Kontrastmessungen am menschlichen Augenhintergrund im schmalbandigen Licht

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität
zu Bonn

vorgelegt
von
Bernd Fritz Gansauer
aus Köln

1980

Kontrastmessungen am menschlichen Augenhintergrund im schmalbandigen Licht

Inaugural - Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Rheinischen Friedrich-Wilhelms Universität

zu Bonn

vorgelegt von

Bernd Fritz Gansauer

aus Köln

1980

Angefertigt mit Genehmigung der

Medizinischen Fakultät der Universität Bonn

1. Gutachter: Priv.Doz.Dr.R.Stodtmeister
2. Gutachter: Prof.Dr.H.R.Koch

Tag der mündlichen Prüfung:

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Aus der Augenklinik der Universität Bonn
Direktor: Prof.Dr.W.Best

Herrn Prof. Dr. W. Best

Inhaltsverzeichnis

		Seite
1.	Einleitung	5
2.	Methodik	9
3.	Ergebnisse	12
3.1	30 Messungen bei einer Versuchsperson	12
3.2	1 Messung bei dreißig Versuchspersonen	22
4.	Diskussion	28
5.	Zusammenfassung	33
6.	Anhang	34
7.	Literaturverzeichnis	45

1. Einleitung

Seit der Erfindung des Augenspiegels durch Hermann von HELMHOLTZ (1851) im Jahre 1850 hat es nicht an Versuchen gefehlt, diese für die Augenheilkunde wichtige Untersuchungsmethode zu verbessern.

Das Bild des Augenhintergrundes hängt ab von verschiedenen Faktoren, wie z.B. von der Art der bei der Ophthalmoskopie verwendeten Lichtquellen und dem Reflexionsverhalten des Fundus (zitiert nach SAUTTER und RASSOW). Durch ihr unterschiedliches Absorptionsverhalten sind die einzelnen Fundusstrukturen unterscheidbar; wobei sich das Absorptionsverhalten mit der Wellenlänge des Lichtes ändern kann. Somit kann sich der Kontrast mit der Wellenlänge des Lichtes ändern.

Es hat deshalb schon früh Versuche gegeben, den Fundus oculi mit schmalbandigem Licht zu untersuchen. So benutzten BOLL (1877) (zit.n.A.VODOVOZOV 1968) sowie BEZOLD und ENGELHARD (1877) Anteile eines prismatischen Spektrums zur Feststellung des Sehpurpurs. NEUSCHÜLER (1898) schlug vor, an das Ophthalmoskop eine Scheibe mit Farbfiltern zu befestigen und nannte den Apparat Ophthalmochromoskop. Die bisher aufgezählten Methoden fanden jedoch keine größere Beachtung.

Erst nachdem VOGT (1913) die Methodik der Ophthalmoskopie im "rotfreien" Licht demonstriert hatte, fand die Verwendung von Filtern für die Ophthalmoskopie größere Aufmerksamkeit. Es waren VOGT (1916), sein Schüler AFFOLTER (1917) sowie EIDENBENZ (1932), die auf dem Fundus von normalen und pathologisch veränderten Augen bei der Ophthalmoskopie im rotfreien Licht Details feststellten, die bei der Ophthalmoskopie mit breitbandigem ("weißem") Licht nicht erkennbar waren.

In der Folgezeit richtete sich das Interesse hauptsächlich auf die technische Vervollkommnung des Apparates zum Beispiel durch Verwendung anderer Ophthalmoskope, Filter oder Blenden; CANTONNET (1920), LAUBER (1922), METZGER (1922), KRÄMER (1922), GREEN und GREEN (1923), DOBSON (1928), FRANCESCETTI und MÜLLER (1930). Andere Arbeiten waren dem Ersatz des Kohlebogens durch eine andere Lichtquelle gewidmet: LAUBER (1929), HARTINGER (1935) oder dem Ersatz

der flüssigen Lichtfilter durch andere, wie zum Beispiel Gelantinefilter, MÜLLER und FRANCESCETTI (1933).

Parallel zu den Arbeiten über die Ophthalmoskopie im rotfreien Licht wurden auch Untersuchungen durchgeführt, bei denen Licht anderer spektraler Zusammensetzung verwendet wurde. HEINE (1918) setzte sich zu diesem Zweck mit den Probanden in den Strahlengang eines objektiven Spektrums, so daß ihm fast sämtliche Farben in nahezu monochromatischer Qualität zur Verfügung standen. Mit Hilfe eines kleinen konkaven MORTONschen Augenspiegels, dessen Vorzug eine sehr kleine Brennweite ist, nahm er sich die Farbe zum Spiegeln aus dem Strahlengang, die er zu benutzen wünschte. FRIEDENWALD (1927, 1928) schlug vor, zur Verstärkung des Kontrastes zwischen den Gefäßen und dem Fundus oculi schmalbandiges Licht zu verwenden.

Untersuchungen des Augenhintergrundes im gelben Spektrallicht, zum Beispiel mit dem Licht der Natriondampflampe, wurde in den Arbeiten von KUGELBERG (1932), KLEEFELD (1936), SERR (1937), GROSZ (1938) und BALLANTYNE (1937) beschrieben. Im Zusammenhang mit den Arbeiten von KUGELBERG entstand eine neue Richtung in der Verwendung von schmalbandigem Licht in der Ophthalmologie. Es handelt sich um die Vereinigung der Ophthalmoskopie mit der Spektroskopie des Auges, wobei auch erstmals der Versuch quantitativer Messungen durchgeführt wurde. Unter Verwendung eines Monochromators benutzte KUGELBERG für die Beleuchtung des Fundus oculi schmalbandiges Licht, dessen Wellenlänge kontinuierlich veränderbar war. Indem er bei Änderung der Wellenlänge die einzelnen Details auf dem Fundus oculi beobachtete, konnte er Angaben über spektrales Absorptionsverhalten machen. Die Wellenlänge, bei der ein Gefäß oder ein anderes Objekt auf dem Augenhintergrund nicht mehr unterschieden werden konnte, nannte KUGELBERG den L-Wert. Die Wellenlänge, bei der das Objekt von neuem auf den Hintergrund des Fundus auftritt, nannte er K-Wert. Einen genaueren Wert für jedes Objekt sah er im arithmetischen Mittel aus den zwei Größen, den sogenannten LK-Wert.

Erste Ergebnisse über LK-Wert-Messung für Augengefäße veröffentlichte KORNERUP (1946, 1954, 1958). Er stellte fest (1947),

daß bei pathologisch veränderten Gefäßen der LK-Wert von der Norm abweicht.

Da der Monochromator als Lichtquelle für die klinische Arbeit zu unhandlich ist, schlug KORNERUP (1952) vor, Interferenzlichtfilter zu verwenden. Diese wurden dann auch von HULTIN und KORNERUP (1954), SUNDMARK (1954) und HEYDENREICH (1970) benutzt. JÄGER (1957) verwendete als erster den Interferenzverlaufbandfilter zusammen mit dem elektrischen Ophthalmoskop zur Untersuchung des Fundus oculi im schmalbandigem Licht. Wegen der zu großen Halbwertsbreite des Filters, war die Apparatur jedoch nur für qualitative Beobachtungen verwendbar.

Einen Augenspiegel, in dessen Beobachtungsstrahlengang ein Spektralfadenmischapparat eingespiegelt ist, hat VAN BEUNINGEN (1961) angegeben. Neben das Bild des Fundus kann ein spektrales Farbenmischfeld, bestehend aus zwei beliebigen Spektralfarben eingeblendet werden. Dieses Meßfeld kann durch Veränderung der Spektralfarben, deren Leuchtdichte und durch eine zusätzliche Weißbeimischung der Farbe des Augenhintergrundes angeglichen werden. In ihrer Kritik an dieser Methode wiesen HAASE-KRIPS, MÜLLER, STRAUB und WEDER (1974) daraufhin, daß sich die gewonnenen Meßparameter in keine genormte Farbkoordinaten umrechnen ließen.

Neben der Spektralophthalmoskopie hat es noch andere Versuche gegeben, objektive Messungen am Augenhintergrund durchzuführen. So hat BAURMANN (1931) versucht, durch Koppelung eines Ophthalmoskopes mit einem Taschenspektroskop den Sauerstoffgehalt der Choriokapillaris zu bestimmen. BEHRENDT und WILSON (1965) und BEHRENDT und DUANE (1965) benutzten die Zeiß-Funduskamera für eine photographische Methode zur genauen Differenzierung von Strukturen im Fundus und ihrer Tiefenlokalisation. In dem Beleuchtungsstrahlengang wurden nacheinander sieben Verlaufbandfilter eingebracht, während derselbe Fundusabschnitt mit hochempfindlichem Schwarz-Weiß-Film aufgenommen wurde. Eine objektive Methode stellt die Densitometrie von so erhaltenen Fundusphotographien dar. Dies gilt jedoch nur, wenn die Linearität der Übertragung (bzw. Schwärzung des Filmes) gegeben ist; WILMANNS (1979, persönliche Mitteilung).

Eine weitere objektive Meßmethode am Augenhintergrund stellt die Spektralreflektometrie von BRINDLEY und WILLMER (1952) und CAMPBELL und RUSHTON (1955) dar. Hierbei erhält man Meßergebnisse über die Veränderung der Sehpigmente in der Retina. Eine Verbesserung dieser Methode wird von WEALE (1965) angegeben.

Eine Verbindung der Televisionsophthalmoskopie mit der Untersuchung im monochromatischen Licht schlugen POTTS, WEST und SHEARER (1959) vor.

In der bisherigen Entwicklung sind somit neben einer grossen Anzahl von Arbeiten, die die Vorteile der Ophthalmoskopie im spektralen Licht beschreiben, nur wenige Untersuchungen gemacht worden, bei denen objektive Messungen am Augenhintergrund durchgeführt wurden.

Der Einfluß schmalbandigen Lichtes auf den Kontrast der Augenhintergrundstrukturen wurde bisher nur subjektiv beurteilt; VODOVOZOV (1978), JÄGER (1979). Messungen des Kontrastes und von Kontraständerungen liegen bisher nicht vor.

Zwar haben HAASE-KRIPS, MÜLLER, STRAUB und WEDER (1974) eine äußerst exakte Methode zu Farbmessungen am Augenhintergrund vorgestellt, doch ist eine ausreichend große Zahl von Farbmessungen, die für Eichzwecke benötigt würde, wegen zu großer Belastung für den Probanden am Patientenauge nicht möglich; WEDER (1976), so daß über den klinischen Wert dieser Methode noch keine endgültige Aussage möglich ist.

In der hier vorgelegten Arbeit wurde eine einfache Methode der Leuchtdichtemessung am Augenhintergrund, die von STODTMEISTER, HUNOLD und KROLL (1977) angegeben wurde, verwendet. Es soll in dieser Arbeit geprüft werden, ob es mit dieser Methode gelingt, anhand einer genügend großen Zahl von Meßergebnissen, Aussagen über die Leuchtdichte von verschiedenen Fundusstrukturen und deren Kontraste zueinander zu machen. Außerdem soll geprüft werden, ob durch Verwendung schmalbandigen Lichtes eine quantitativ nachprüfbare Kontraständerung erreicht werden kann. Zunächst soll die Fehlerbreite der Methode durch dreißig Messungen bei einer Versuchsperson ermittelt werden, und dann die Kontrastverhältnisse am Fundus oculi erstmals durch eine Messung bei dreißig Versuchspersonen gemessen werden.

2. Methodik

Es wurden dreißig freiwillige Personen im Alter von 17 bis 42 Jahren untersucht; bei einem mittleren Alter von 26,1 und einer Standardabweichung von $\pm$ 7,8 Jahren. Alle Versuchspersonen gehörten der kaukasischen Rasse an; von den dreißig Versuchspersonen waren 25 weiblich und 5 männlich. Alle Versuchspersonen waren bis auf Brechungsanomalien augengesund. Die Brechungsanomalien lagen im Bereich von +2,0 bis -3,0 Dioptrien. Die Sehschärfe aller untersuchten Augen war 1,0 oder darüber.

Die Messungen wurden an den linken Auge der Probanden durchgeführt, wobei die Pupillen mit handelsüblichem Mydriatikum Roche Augentropfen (Tropasäure - N - äthyl - N (Gamma - picolyl) - amid) maximal erweitert waren.

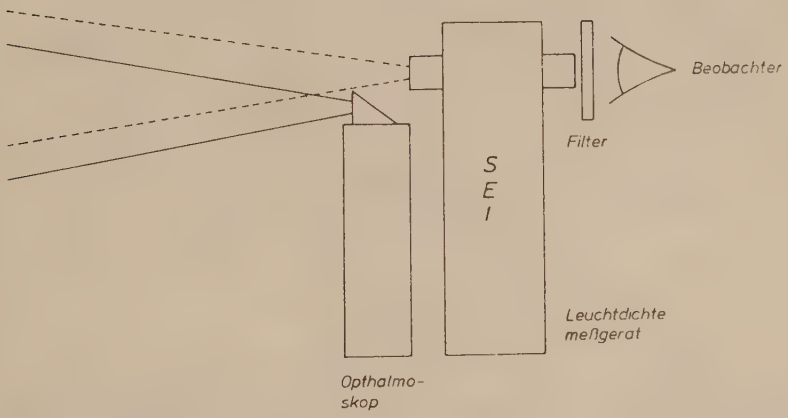


Abb. 1 Bauprinzip der Meßapparatur

Die Meßapparatur (Abb.1) besteht aus einem Ophthalmoskop und einem dahintergekoppelten Leuchtdichtemeßgerät. Das Ophthalmoskop hatte eine Lichtstärke von 11 candela. Der Lampenstrom wurde konstant gehalten; die Farbtemperatur lag nach Werksangaben bei 3200° K.

Das Leuchtdichtemeßgerät war ein SEI Exposure Photometer. Die Meßaufgabe bei dem Gerät ist es, die Leuchtdichte eines Feldes, das unter einem Sehwinkel von 0,5° gesehen wird, mit der Leuchtdichte des Objektes abzugleichen. Der Meßbereich des Gerätes reicht von 0,01 bis 10000 candelar/m². Die Ablesung erfolgt in log ft L, die in cd/m² umgerechnet werden.

Das Leuchtdichtemeßgerät wurde durch eine eigens angefertigte Spezialhalterung mit dem Ophthalmoskop starr verbunden. Der Untersucher blickte durch Photometer und Ophthalmoskop auf den Augenhintergrund (direkte Ophthalmoskopie).

Es wurden Messungen bei breitbandigem Licht von einer Farbtemperatur von 3200° K und bei schmalbandigem Licht durchgeführt. Das schmalbandige Licht wurde erzeugt durch Interferenzfilter der Firma Schott, Mainz. Es handelte sich um vier Filter mit einem Transmissionsmaximum bei 630 nm, 585 nm, 558 nm und 506 nm. Die Halbwertsbreite der Filter betrug 18 - 22 nm. Die Filter wurden in den Strahlengang zwischen Ocular des Photometers und Beobachterauges eingebracht (Abb.1).

Es wurden die Leuchtdichte folgender Strukturen gemessen (Abb.2):

1. Papille, in einem gefäßfreien temporalen Bereich
2. Fundus, in einem gefäßfreien nicht weiter als 1,5 PD von der Papille entfernten Bezirk
3. Vene, stets ein Hauptast ebenfalls nicht weiter als 1,5 PD von der Papille entfernt
4. Macula, möglichst zentral.

Bei jeder Messung der Leuchtdichte wurde der Abgleich ausgehend von der Nullstellung des Photometers zügig vorgenommen und anschliessend der abgelesene Wert notiert. Die Messungen wurden in einem gleichmäßig abgedunkelten Raum durchgeführt und jede Versuchsperson in einer Sitzung, ohne Unterbrechung, durchgemessen.

Zur Abschätzung des Meßfehlers wurde zunächst bei einer Versuchsperson dreißig Messungen vorgenommen. Zweitens wurden bei dreißig Versuchspersonen eine Messung durchgeführt. Alle Messungen wurden von einer Person durchgeführt. Aus den gemessenen Leucht-

dichten wurde der Kontrast zweier Fundusstrukturen zueinander berechnet nach der Formel log K = log L_1 - log L_2. Die statistische Auswertung erfolgte nach Übertragung der Daten auf Lochkarten auf einem IBM Rechner Modell 370/168 im Institut für Medizinische Dokumentation und Statistik der Universität Bonn. Zugrunde gelegt wurde das Statistikprogramm SPSS7. Die Prüfung auf Normalverteilung erfolgte nach dem Test von KOLMOGOROFF-SMIRNOV.

Abb. 2

Die eingezeichneten Punkte stellen die Orte am Augenhintergrund dar, an denen die Leuchtdichtemessungen durchgeführt wurden.

3. Ergebnisse

3.1 Dreißig Messungen bei einer Versuchsperson

Die Leuchtdichte- und Kontrastwerte, die bei einer Versuchsperson erhalten wurden, sind im Anhang Tabelle 1 bis 5 aufgeführt.

Streudiagramme der Leuchtdichtewerte im Beispiel für die Wellenlänge 558 nm zeigen die Abbildung 3 bis 5. In diesen Diagrammen wird die Leuchtdichte der einen Fundusstruktur gegen die andere aufgetragen; die betreffenden Fundusstrukturen werden in der Legende bezeichnet. Die Koordinatenschnittpunkte werden durch Sterne bezeichnet. Fallen mehrer Schnittpunkte zusammen, so ist die entsprechende Zahl ausgedruckt.

Diese Diagramme erlauben es, durch visuelle Inspektion die Verteilung der Leuchtdichtewerte zu beurteilen. In den hier gezeigten Diagrammen sind die Leuchtdichtewerte der Papille identisch. Die Änderung der Koordinatenlagen ergibt sich durch die Zuordnung zu den Leuchtdichten anderer Fundusstrukturen. Die visuelle Inspektion läßt erkennen, daß die Leuchtdichtewerte, der gemessenen Strukturen, keine große Streuung aufweisen. Die Werte sind mit einer Wahrscheinlichkeit von p kleiner als 0,05 normalverteilt (KOLMOGOROFF-SMIRNOV).

Abb.3

Auf der Abszisse sind die Leuchtdichtewerte der Makula, auf der Ordinate die Leuchtdichtewerte der Papille in log cd/m² aufgetragen.

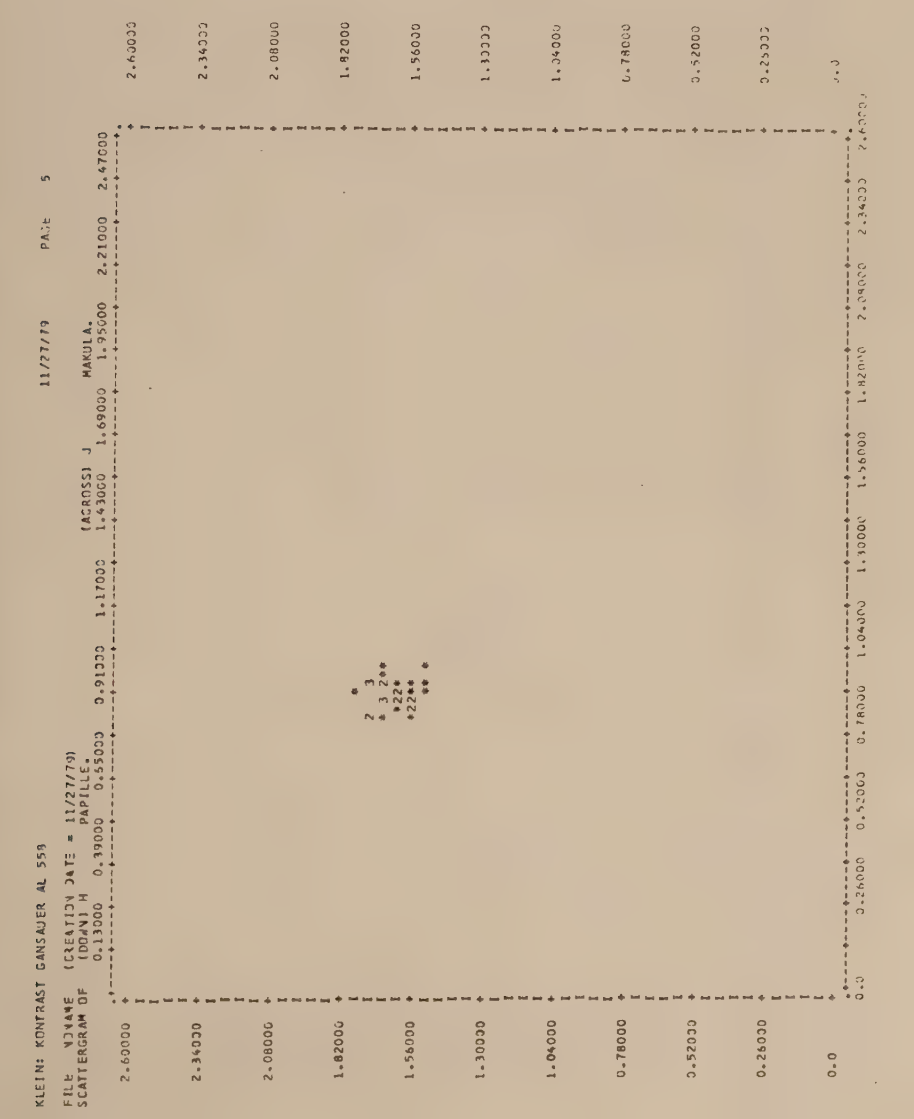


Abb.4

Auf der Abszisse sind die Leuchtdichtewerte des Fundus, auf der Ordinate die Leuchtdichtewerte der Papille in log cd/m² aufgetragen.

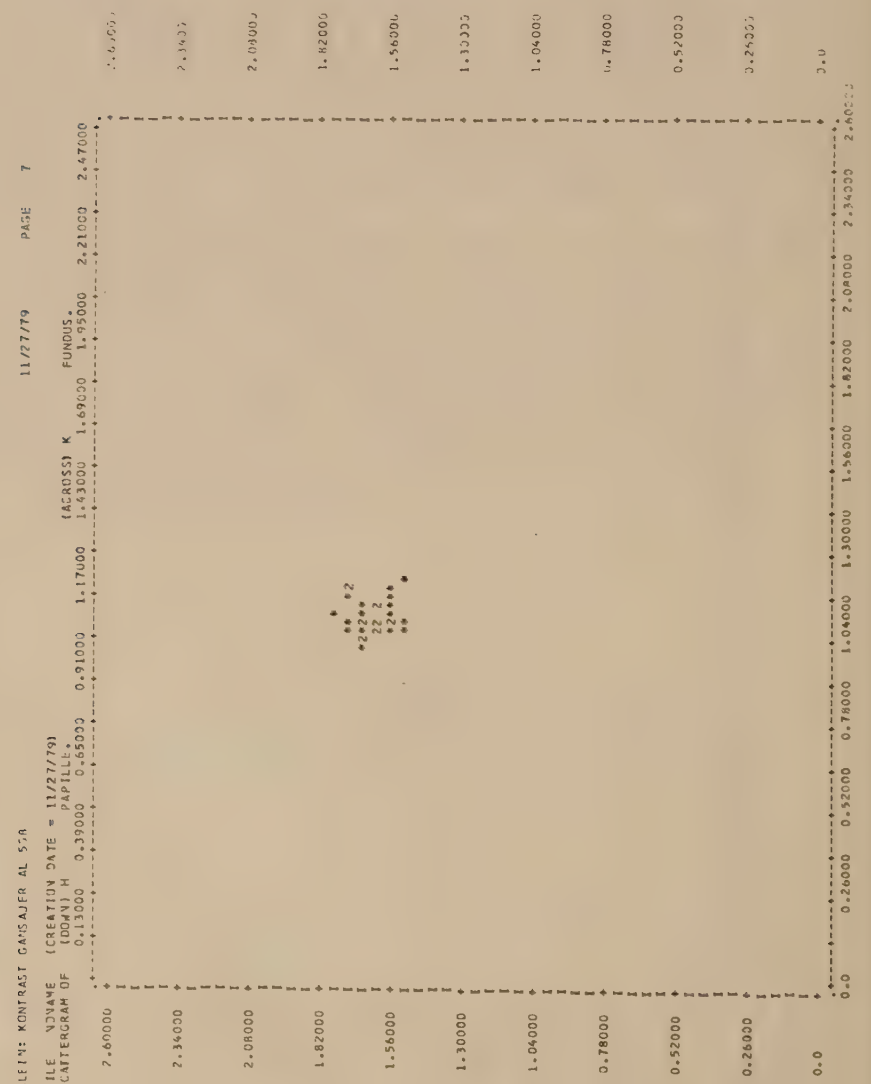


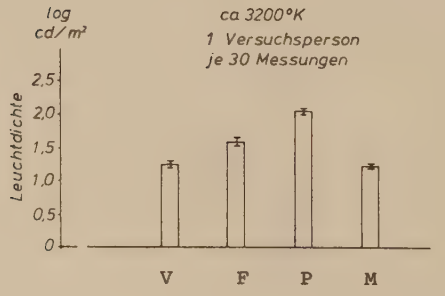
Abb.5
Auf der Abszisse sind die Leuchtdichtewerte der Vene, auf der Ordinate die Leuchtdichtewerte der Papille in log cd/m² aufgetragen.

In der Abbildung 6 sind die arithmetischen Mittelwerte des Logarithmus der Leuchtdichte der gemessenen Fundusstrukturen bei 3200° K in einem Säulendiagramm dargestellt. Am oberen Ende der Säule ist jeweils nach oben und unten die Standardabweichung aufgetragen.

In den Abbildungen 7, 8, 9 und 10 sind die arithmetischen Mittel der Leuchtdichten und die Standardabweichung in gleicher Weise bei 506 nm, 558 nm, 585 nm und 630 nm dargestellt.

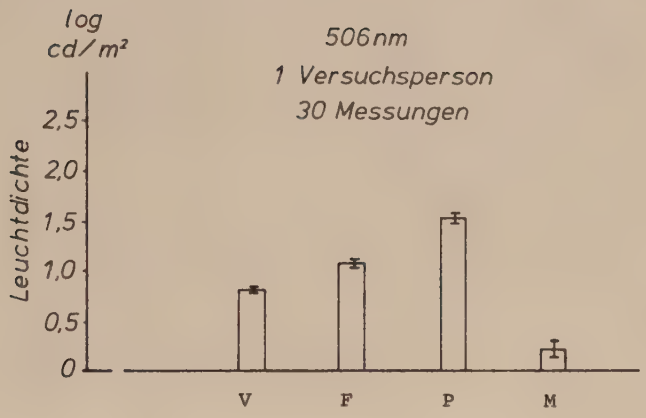
Die kleinste Leuchtdichte wurde bei 506 nm mit 0,25 log cd/m² auf der Makula und die größte Leuchtdichte mit 2,2 log cd/m² bei 630 nm auf der Papille gemessen. Die Papille hat in allen Diagrammen die höchste Leuchtdichte. Die Diagramme 7 bis 10 zeigen die Leuchtdichten der gemessenen Fundusstruktur bei den verwendeten Wellenlängenbereich.

Abb.6



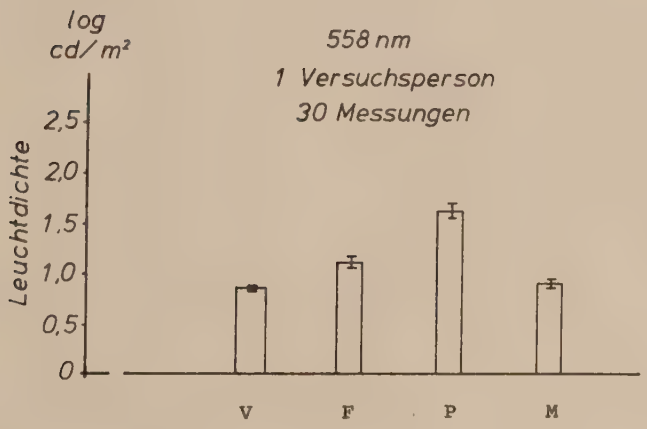
V = Vene P = Papille
F = Fundus M = Makula

Abb.7



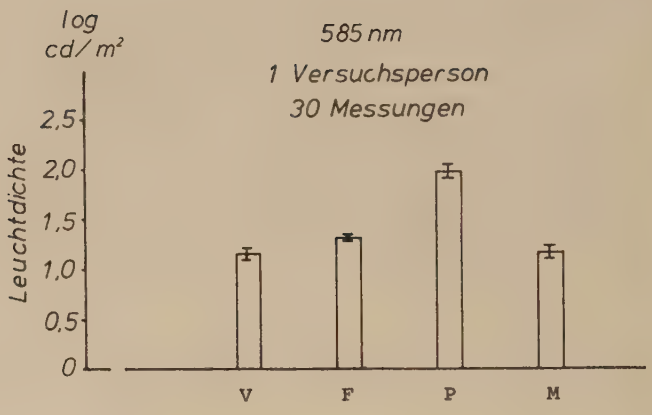
V = Vene P = Papille
F = Fundus M = Makula

Abb.8



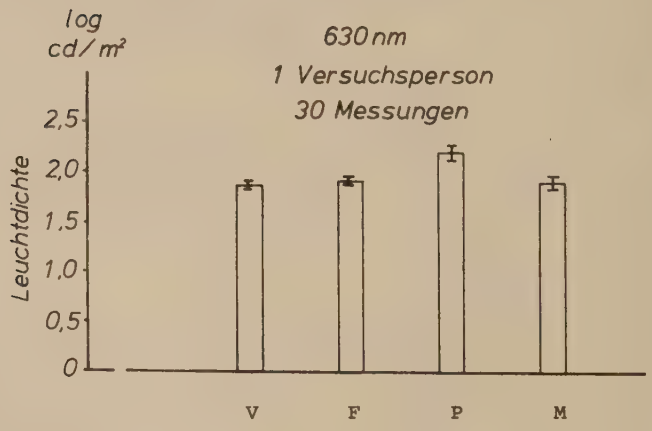
V = Vene P = Papille
F = Fundus M = Makula

Abb.9



V = Vene P = Papille
F = Fundus M = Makula

Abb.10



V = Vene P = Papille
F = Fundus M = Makula

In Abbildung 11 sind die Mittelwerte des Logarithmus der Leuchtdichte einer Fundusstruktur bei den verschiedenen hier verwendeten Wellenlängenbereich darstellt, ebenso die Standardabweichung.

In dieser Abbildung läßt sich gut die Änderung der Leuchtdichte bei Änderung des Wellenlängenbereiches ablesen.

Abbildung 12 zeigt die Kontrastwerte zweier Fundusstrukturen bei den benutzten Wellenlängenbereichen und die Standardabweichungen. Es ist darauf hinzuweisen, daß für die Länge der Säulen in Abbildung 12 ein anderer Maßstab gewählt wurde als in Abbildung 11.

Beim Kontrast Vene/Makula sind die Kontrastwerte nach der hier benutzten Kontrastdefinition positiv. Ein negativer Kontrast liegt dann vor (zum Beispiel Vene/Makula bei 558 nm), wenn die erstgenannte Struktur dunkler ist als die Vergleichsstruktur.

Wie bei dem Beispiel für 558 nm(Abbildung 3 bis 5) waren die Leuchtdichtewerte bei allen gemessenen Fundusstrukturen normalverteilt (Test nach KOLMOGOROFF-SMIRNOV).

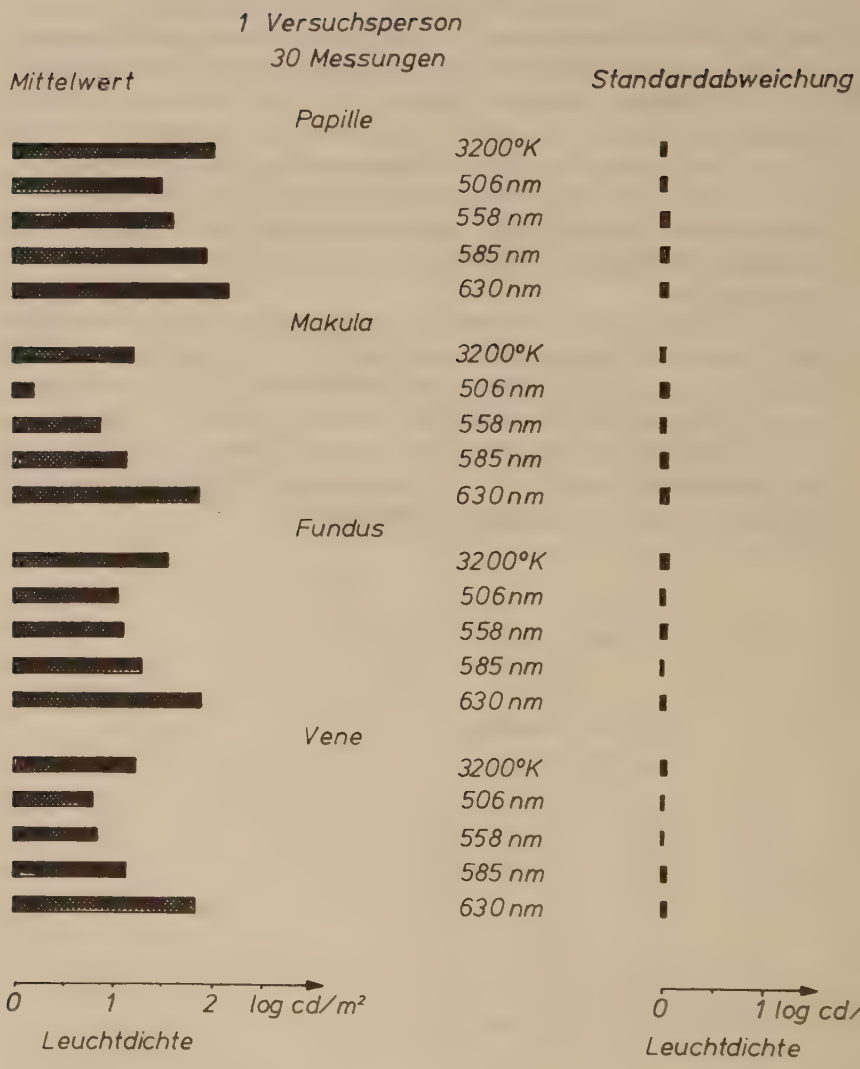

1 Versuchsperson
30 Messungen
Mittelwert
Standardabweichung
Papille
3200°K
506 nm
558 nm
585 nm
630 nm
Makula
3200°K
506 nm
558 nm
585 nm
630 nm
Fundus
3200°K
506 nm
558 nm
585 nm
630 nm
Vene
3200°K
506 nm
558 nm
585 nm
630 nm
0 1 2 log cd/m²
Leuchtdichte
0 1 log cd/
Leuchtdichte

Abb.11

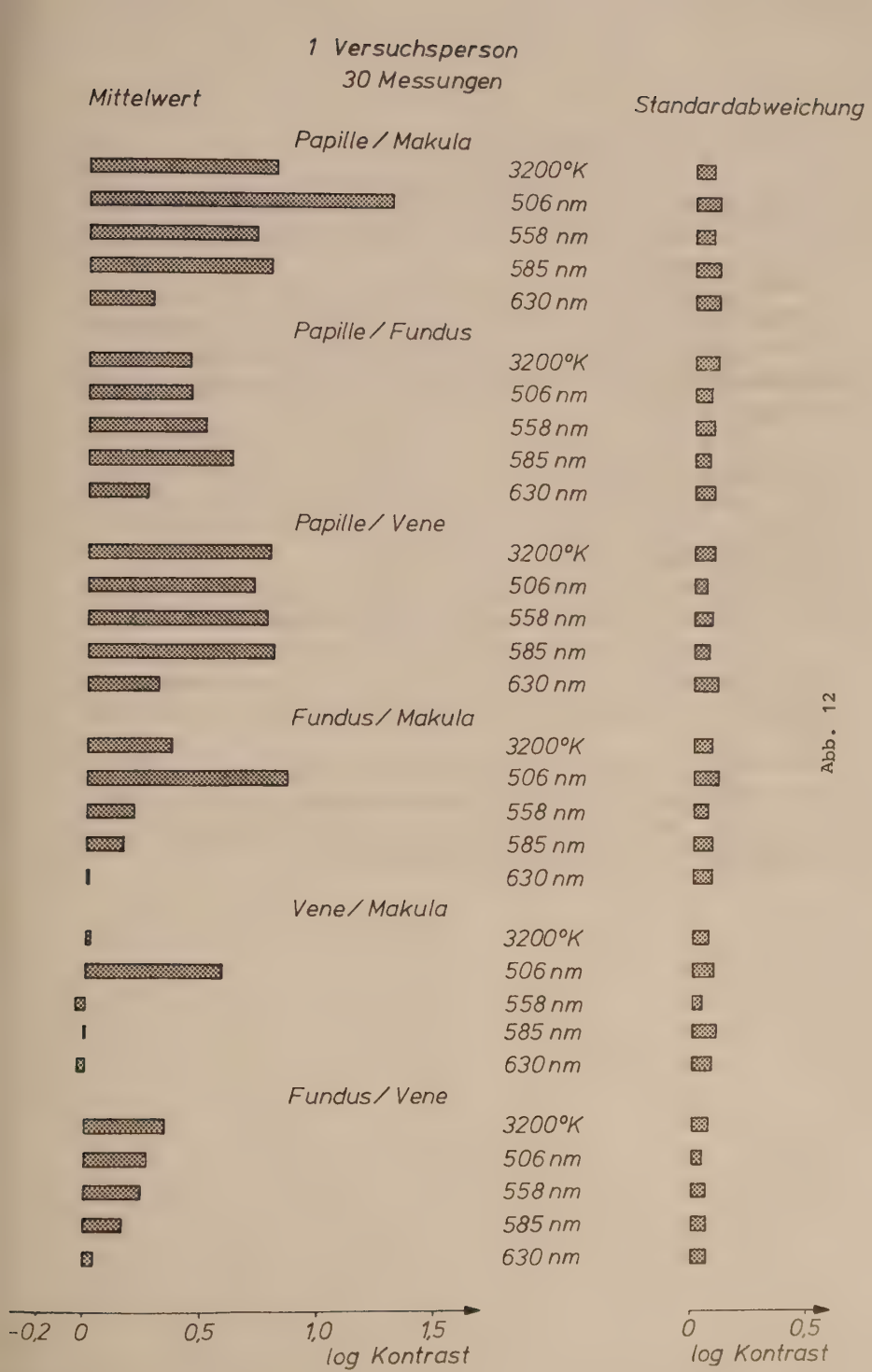

1 Versuchsperson
30 Messungen
Mittelwert
Standardabweichung
Papille / Makula
3200°K
506 nm
558 nm
585 nm
630 nm
Papille / Fundus
3200°K
506 nm
558 nm
585 nm
630 nm
Papille / Vene
3200°K
506 nm
558 nm
585 nm
630 nm
Fundus / Makula
3200°K
506 nm
558 nm
585 nm
630 nm
Vene / Makula
3200°K
506 nm
558 nm
585 nm
630 nm
Fundus / Vene
3200°K
506 nm
558 nm
585 nm
630 nm
-0,2
0
0,5
1,0
1,5
log Kontrast
0
0,5
log Kontrast

Abb. 12

3.2 Dreißig Versuchspersonen eine Messung

Die Leuchtdichtewerte und Kontrastwerte, die bei 30 Versuchspersonen und bei einer Messung erhalten wurden, sind am Anhang Tabelle 6 bis 10 aufgeführt.

Streudiagramme für die Wellenlänge von 558 nm sind ebenfalls als Beispiel wieder in den Abbildungen 13 bis 15 dargestellt.

Auf Darstellung der Säulendiagramme, wie sie bei einer Versuchsperson gezeichnet wurden, wird hier der Einfachheit halber verzichtet.

Die visuelle Inspektion der Diagramme in Abbildung 13 bis 15 läßt bereits erkennen, daß die Meßwerte deutlich mehr streuen. In dem gezeigten Beispiel (Wellenlängenbereich 558 nm) sind die Werte wie bei einer Versuchsperson normal verteilt (Test nach KOLMOGOROFF-SMIRNOV, p kleiner als 0,05).

Bei 506 nm ist die Leuchtdichte der Papille nicht normal verteilt und bei 630 nm der Kontrast Papille/Fundus.

Der Maßstab in den Abbildungen für dreißig Messungen bei einer Versuchsperson und in den Abbildungen für eine Messung bei dreißig Versuchspersonen ist zum besseren Vergleich identisch gewählt.

Wie bei dreißig Messungen bei einer Versuchsperson so sind in den Abbildungen 16 und 17 die arithmetischen Mittelwerte der Leuchtdichten und Kontraste sowie deren Standardabweichungen bei den einzelnen Wellenlängenbereichen dargestellt.

Abb.13

Auf der Abszisse sind die Leuchtdichtewerte der Makula, auf der Ordinate die Leuchtdichtewerte der Papille in log cd/m² aufgetragen.

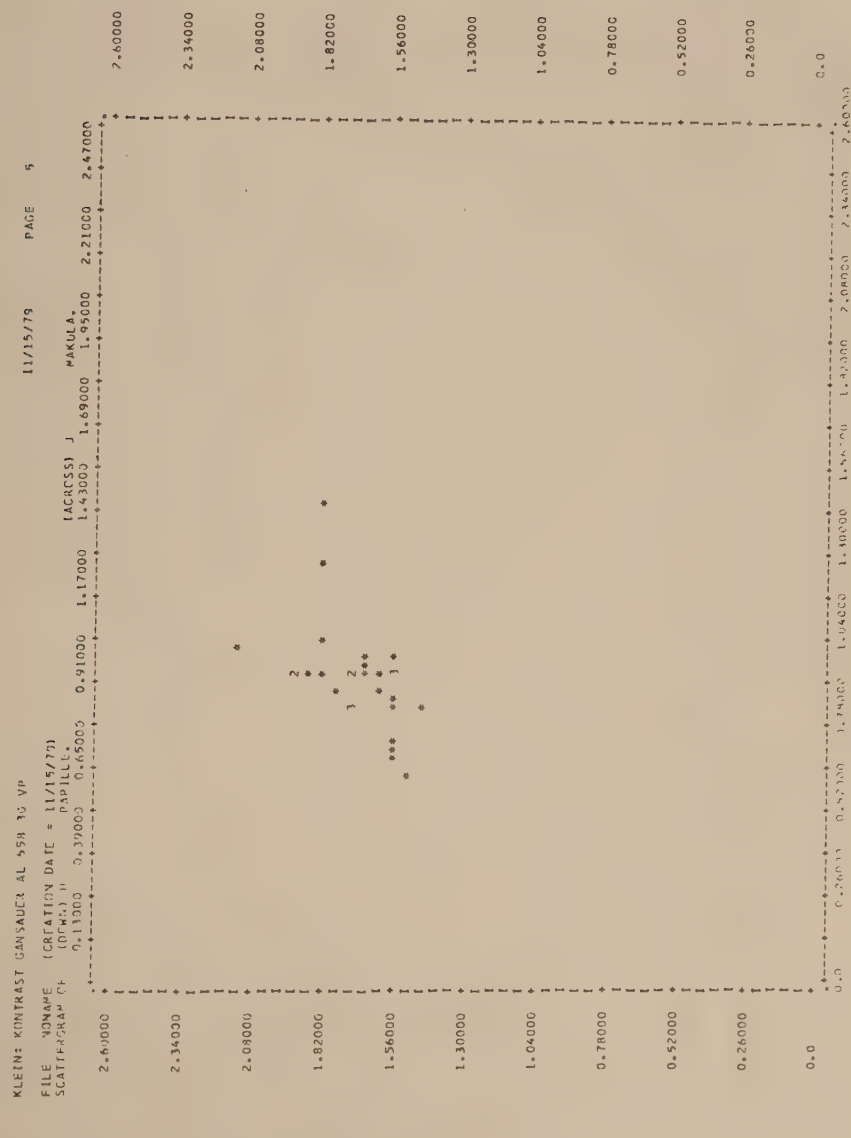


Abb.14

Auf der Abszisse sind die Leuchtdichtewerte des Fundus, auf der Ordinate die Leuchtdichtewerte der Papille in log cd/m² aufgetragen.

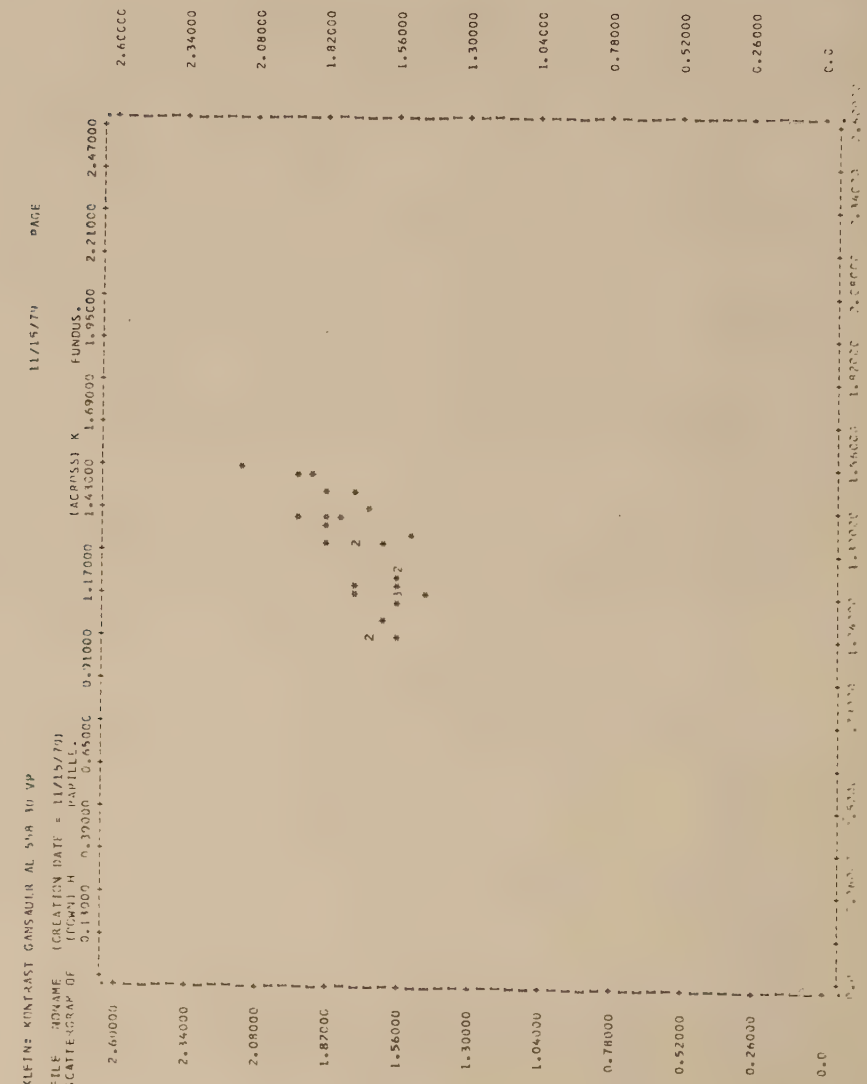
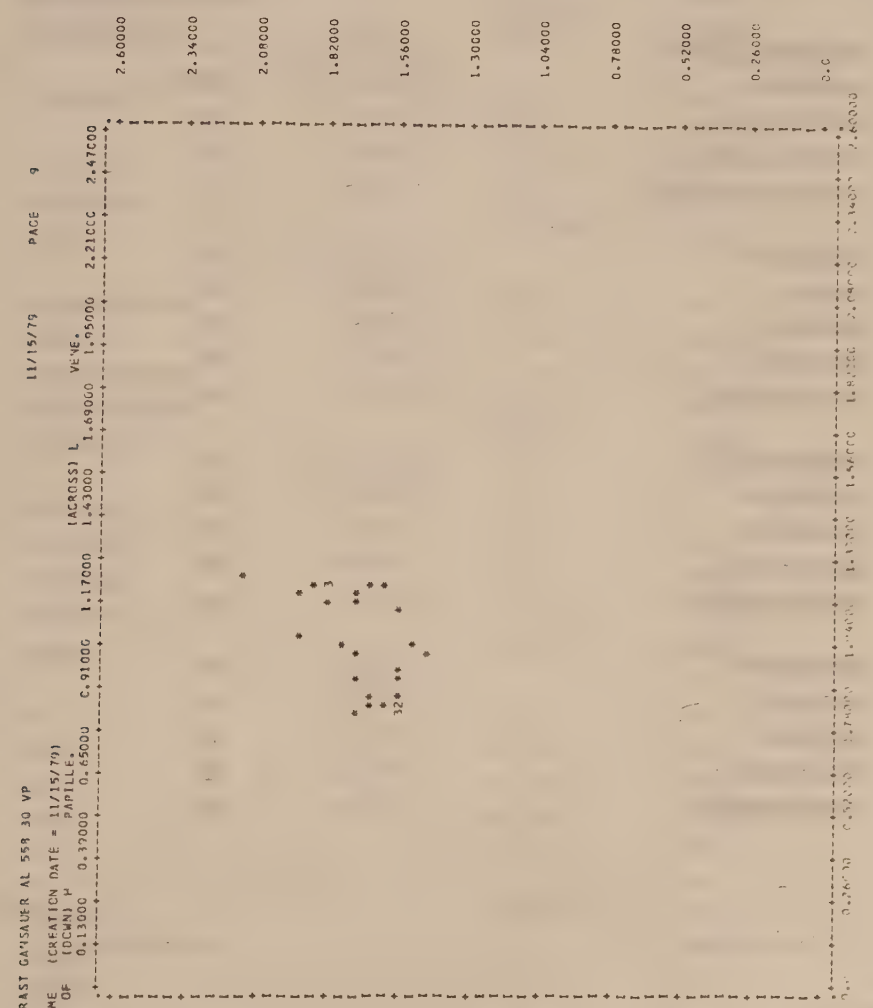


Abb.15

Auf der Abszisse sind die Leuchtdichtewerte der Vene, auf der Ordinate die Leuchtdichtewerte der Papille in log cd/m² aufgetragen.



30 Versuchsperson
1 Messung

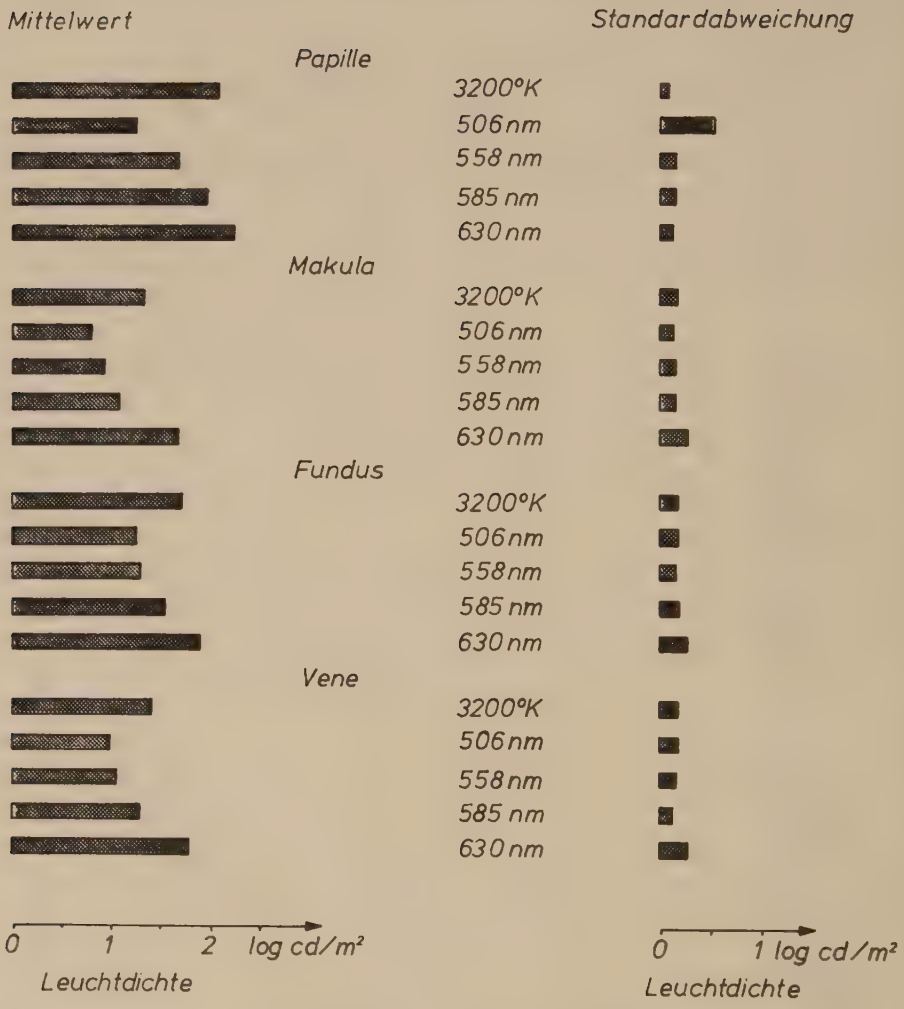


Abb. 16

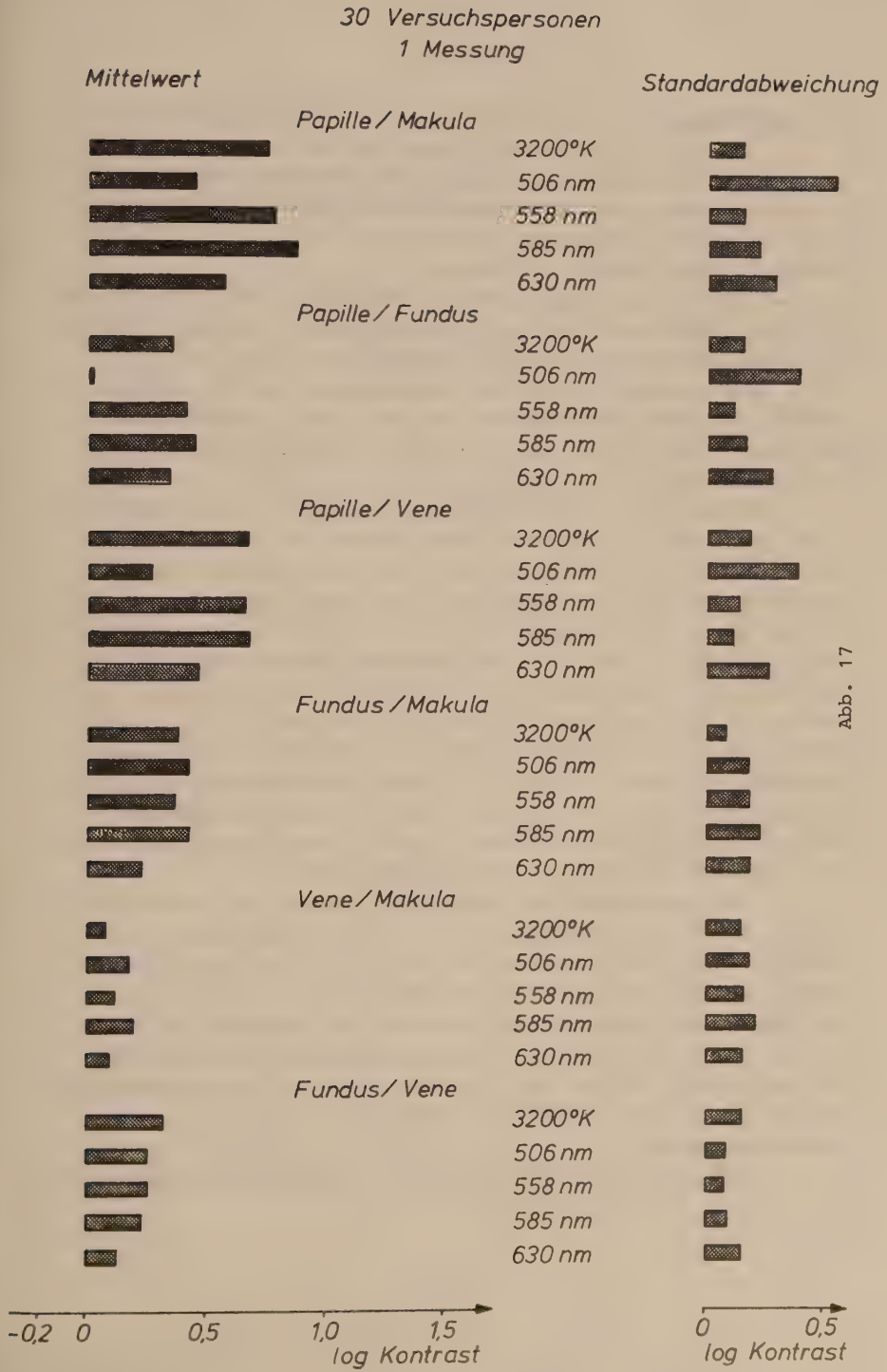

30 Versuchspersonen
1 Messung
Mittelwert
Standardabweichung
Papille / Makula
3200°K
506 nm
558 nm
585 nm
630 nm
Papille / Fundus
3200°K
506 nm
558 nm
585 nm
630 nm
Papille / Vene
3200°K
506 nm
558 nm
585 nm
630 nm
Fundus / Makula
3200°K
506 nm
558 nm
585 nm
630 nm
Vene / Makula
3200°K
506 nm
558 nm
585 nm
630 nm
Fundus / Vene
3200°K
506 nm
558 nm
585 nm
630 nm
-0,2
0
0,5
1,0
1,5
log Kontrast
0
0,5
log Kontrast

Abb. 17

4. Diskussion

Wie bei der subjektiven Ophthalmoskopie beschrieben und photographisch dokumentiert (ALMARIC, BEHRENDT, DELORI, DUCREY, GRAGOUDAS, JÄGER, VODOVOZOV) treten bei Veränderungen des Wellenlängenbereiches Kontrastveränderungen auf.

Eine solche Änderung der Kontraste läßt sich auch quantitativ bei einer Versuchsperson sowie bei mehreren Versuchspersonen in unseren Messungen darstellten (Abbildungen 12 und 17).

Die größere Streuung der Meßergebnisse bei 30 Versuchspersonen gegenüber den Meßergebnissen bei einer Versuchsperson läßt sich leicht aus den Streudiagrammen ersehen (Abbildungen 3 bis 5 und 13 bis 15).

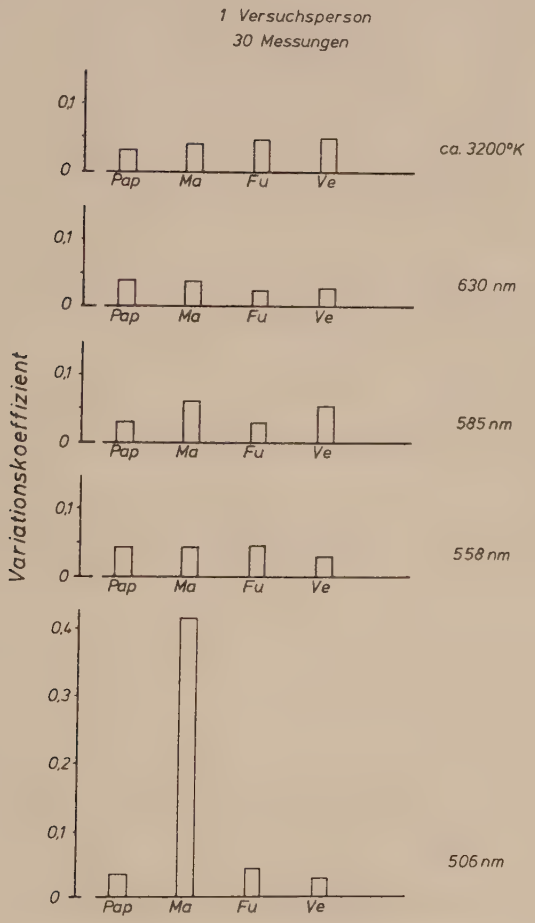
In den Fällen, wo die Meßergebnisse nicht normal verteilt waren, mußte bei einigen Versuchspersonen im Leuchtdichtemeßgerät der Meßbereich umgeschaltet werden, auf einen Bereich, der zwei logarithmische Einheiten unter dem sonst benutzten Meßbereich lag. Die genauere Analyse unserer Meßergebnisse zeigte, daß die wenigen Werte, die von den zahlreicheren Meßwerten deutlich entfernt lagen, als Ausreißer zu betrachten sind, die nach umschalten erhalten wurden. Durch diese Umschaltung des Meßbereiches wird die Leuchtdichte des Augenhintergrundes, unter der der Augenhintergrund betrachtet wird, stark verändert. Es kann deshalb geschlossen werden, daß die Umschaltung auf einen anderen Meßbereich bei Messungen, wie sie hier durchgeführt wurden, durch die Wahl einer geeigneten Ophthalmoskoplichtstärke vermieden werden sollte.

Die Leuchtdichte der Vene liegt in allen Wellenlängenbereichen bei einer Versuchsperson um 0,2 cd/m² niedriger als bei 30 Versuchspersonen, mit Ausnahme von 630 nm. Gleiche Verhältnisse finden wir beim Vergleich der Leuchtdichten des Fundus. Bei der Papille sind die Werte nahezu identisch, mit Ausnahme von 506 nm. Bei der Makula ist bei einer Versuchsperson der Mittelwert bei 506 nm deutlich kleiner (0,5 log cd/m²) als bei dreißig Versuchspersonen;und bei 630 nm deutlich größer (0,2 log cd/m²) als bei 30 Versuchspersonen.

Die Standardabweichungen sind in allen Wellenlängenbereichen

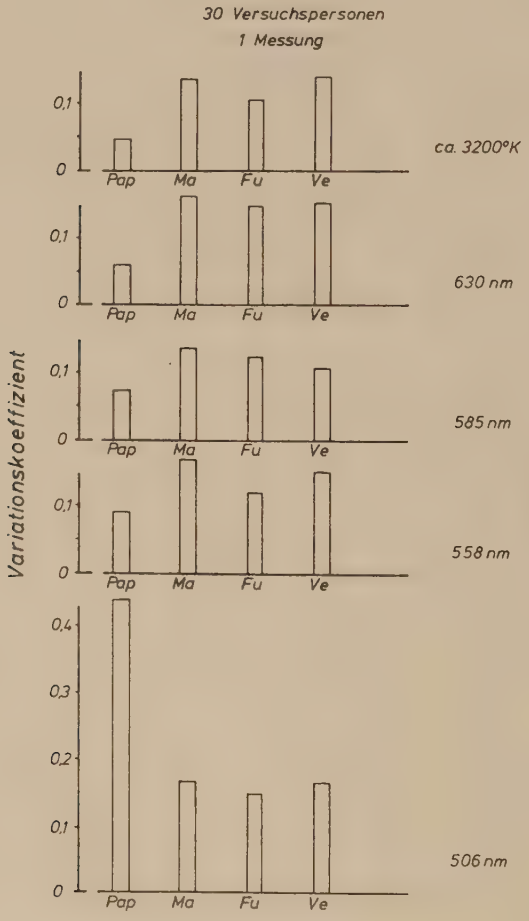
bei einer Versuchsperson deutlich kleiner als bei dreißig Versuchspersonen. Die Leuchtdichten bei einer und bei dreißig Versuchspersonen liegen im selben Bereich, wodurch die Standardabweichungen miteinander vergleichbar werden.

Abb.18



Als Maß für die Güte der Messungen sind in Abbildung 18 und 19 die Variationskoeffizienten (Standardabweichung/durch arithmetisches Mittel) angegeben. Bei einer Versuchsperson ist der Variationskoeffizient in allen Wellenlängenbereich und für alle Fundusstrukturen gleich, lediglich bei einer Wellenlänge von 506 nm

Abb.19



ist er für die Makula deutlich größer, als bei allen anderen Fundusstrukturen. Dieses dürfte durch die bei einer Versuchsperson erfolgte Umschaltung des Meßbereiches zwischen der Meßung der Papille und der Meßung der Makula zu erklären sein. Bei allen dreißig Versuchspersonen wurde die Papille in einem Meßbereich gemessen. Anhand der Abbildung 18 zeigt sich, daß die Papille bei einer Versuchsperson einen kleinen und mit anderen Fundusstrukturen vergleichbaren Variationskoeffizienten hat. In Abbildung 19 läßt sich ersehen, daß bei dreißig Versuchspersonen der Variationskoeffizient in den verschiedenen Wellenlängenbereichen für Fundus, Makula und Vene sich nicht wesentlich unterscheidet. Es scheint der Schluß zulässig, daß der große Variationskoeffizient der Papille bei 506 nm nicht durch Meßungenauigkeit bedingt ist, sondern durch die Verschiedenheit der Papillenstruktur von Versuchsperson zu Versuchsperson. Klinisch zeigten die Papillen bei den dreißig Versuchspersonen keine auffälligen Veränderungen.

Aufgrund dieser Ergebnisse ist nicht auszuschließen, daß die Messung der Papillenleuchtdichte bei 506 nm eine empfindliche Meßmethode zur Bestimmung der Papillenleuchtdichte ist. Klinisch könnte einer solchen Meßmethode bei einer vermuteten Abblassung der Papille bei Durchblutungssötrungen, bei Opticusatrophien und beim Glaukom Bedeutung zukommen. Es stände hiermit ein Meßparameter zur Verfügung, mit dem sich der Verlauf eines Papillenprozesses mit relativ einfachen Mitteln erfassen und dokumentieren ließe.

Beim Vergleich der Kontraste einer Versuchsperson zur dreißig Versuchspersonen fällt auf, daß der Kontrast Papille/Makula bei einer Versuchsperson deutlich größer ist als bei dreißig Versuchspersonen. Dieses dürfte durch die geringe Leuchtdichte der Makula dieser einen Versuchsperson bedingt sein. Im Folgenden sollen die Mittelwerte der Kontraste bei einer und bei dreißig Versuchspersonen nicht verglichen werden. Der Sinn der Bestimmung des Mittelwertes und der Standardabweichung war es ja, daraus den Variationskoeffizienten berechnen zu können. Die Standardabweichungen lagen bei einer Versuchsperson insgesamt niedriger als bei dreißig Versuchspersonen. Bei dreißig Versuchspersonen fällt die große Standardabweichung bei Papille/Makula, Papille/Fundus und bei Papille/Vene

bei jeweils 506 nm auf. Diese große Standardabweichung ist bedingt durch die größere Streubreite der Papillenleuchtdichte bei 506 nm (Abbildung 16).

In der Literatur wird übereinstimmend der große Kontrast der Gefäße zum übrigen Augenhintergrund bei der Ophthalmoskopie mit Licht kleinerer Wellenlängen beschrieben (ALMARIC, BEHRENDT, DELORI, DUCREY und GRAGOUDAS). Dieses wird mit der fast vollständigen Absorption des Lichtes durch die Gefäße erklärt. Vergrößert man nun die Wellenlänge des Ophthalmoskopierlichtes tritt eine zunehmende Reflexion und eine Verringerung der Absorption des Lichtes ein; Der Kontrast zur ebenfalls reflektierenden Umgebung wird geringer (JÄGER, KORNERUP, MIZUNO, PANNARALE). Abweichend von der Literatur ist bei unseren Messungen der Kontrast im rotfreien Licht Fundus/Vene kleiner. Es besteht also ein Widerspruch zwischen der subjektiven Beobachtung und unserer Messung. Eine mögliche Begründung liegt darin, daß im langwelligen Teil des Spektrums Gefäße und Fundus einen geringen Kontrast haben. Da jedoch die Standardabweichung bei 3200° K deutlich größer ist als bei 506 nm und bei 585 nm kann nicht ausgeschlossen werden, daß dieses Resultat durch die größere Streubreite der Meßwerte zustande kommt. Dafür sprechen die bisher aufgrund subjektiver Beobachtungen gemachten Angaben in der Literatur.

Bei der relativ großen Streuung der Kontrastwerte ist es noch nicht sinnvoll, den Kontrastmessungen als klinische Methode eine Bedeutung beizumessen. Die Verwendung schmalbandigen Lichtes erscheint somit weiterhin bei der subjektiven Beurteilung des Augenhintergrundes Berechtigung zu haben.

Die Ergebnisse unserer Kontrastmessung zeigen jedoch, daß der Kontrast von benachbarten und relativ kontrastarmen Augenhintergrundstrukturen sich durch Verwendung schmalbandigen Lichtes quantitativ gesehen nur gering verändern läßt (Fundus/Makula und Fundus/Vene). So kann man zum Beispiel bei Verwendung schmalbandigen Lichtes den Kontrast photographischer Aufnahmen nicht wesentlich steigern.

5. Zusammenfassung

Leuchtdichtemessungen und Kontrastmessungen am menschlichen Augenhintergrund im schmalbandigen Licht wurden erstmals nach einer neuen Methode bei einer größeren Reihe von Versuchspersonen durchgeführt.

Bei den Leuchtdichtemessungen zeigte sich dabei, daß es im Wellenlängenbereich von 506 nm gelingt, die Papillenstruktur klinisch unauffälliger Papillen verschiedener Versuchspersonen zu differenzieren. Es deutet sich damit eine neue klinisch wertvolle Methode an, die es ermöglicht, den Verlauf eines Papillenprozesses messend zu dokumentieren.

Die Kontrastmessungen hingegen weisen eine zu große Streuung auf, so daß ihre klinische Verwendbarkeit zur Zeit noch nicht sinnvoll erscheint.

Insgesamt ließ sich zeigen, daß durch Verwendung schmalbandigen Lichtes bei der Ophthalmoskopie quantitativ gesehen nur geringfügige Kontraständerungen am menschlichen Augenhintergrund hervorgerufen werden.

6. Anhang

Tabelle 1

KLEIN: KONTRAST GAUSAUER 1200 K

FILE NONAME (CREATION DATE = 11/27/79) 11/27/79 PAGE 1

CASE-N	H	J	L	V5	V6	V7	V8	V9	V10
1	2.0148	1.3364	1.2948	0.6800	0.3900	0.7300	-0.3000	0.0500	0.3600
2	1.9348	1.5044	1.2544	0.6500	0.3400	0.6800	-0.3000	0.0500	0.3500
3	2.1564	1.2748	1.2744	0.7000	0.4000	0.8400	-0.3000	0.0400	0.3400
4	1.9748	1.2444	1.1744	0.6200	0.4000	0.8400	-0.4200	-0.0400	0.3100
5	2.1348	1.2648	1.2844	0.6700	0.2700	0.8400	-0.4600	-0.0500	0.4900
6	2.0164	1.1964	1.2044	0.6700	0.5100	0.8500	-0.3600	-0.0500	0.4100
7	1.9248	1.2264	1.1344	0.6500	0.2800	0.6900	-0.4700	-0.0200	0.3400
8	2.0448	1.1548	1.1544	0.7300	0.2700	0.6900	-0.4300	-0.1600	0.4100
9	1.9644	1.2348	1.2144	0.7100	0.4100	0.8300	-0.4400	-0.1100	0.3300
10	2.0544	1.2564	1.2244	0.7300	0.4000	0.7300	-0.3100	-0.2600	0.4200
11	1.9548	1.2144	1.2844	0.7400	0.5000	0.8300	-0.4000	0.0300	0.3300
12	1.9144	1.1848	1.2744	0.7400	0.2700	0.7100	-0.4700	-0.0300	0.4100
13	2.0248	1.2848	1.1144	0.7100	0.2800	0.6000	-0.4500	-0.0100	0.4400
14	1.9344	1.1648	1.2248	0.7400	0.3700	0.8200	-0.3700	-0.1300	0.3200
15	2.0444	1.2243	1.1148	0.7700	0.3300	0.7500	-0.4400	-0.0400	0.4500
16	2.0148	1.1848	1.1244	0.8400	0.5400	0.9600	-0.1300	-0.0200	0.4200
17	2.0248	1.2348	1.2364	0.8100	0.4100	0.7800	-0.4000	-0.1000	0.4700
18	2.0644	1.1744	1.1744	0.7900	0.4100	0.8500	-0.1900	-0.0500	0.3900
19	2.0744	1.2548	1.2644	0.8400	0.5400	0.8400	-0.1900	-0.0600	0.4400
20	2.1348	1.1948	1.2444	0.8100	0.5800	0.8500	-0.1900	-0.0900	0.2600
21	2.0544	1.2748	1.2844	0.8300	0.6000	0.8900	-0.1900	-0.0800	0.2700
22	2.0644	1.2444	1.2244	0.8100	0.4900	0.8300	-0.1400	-0.1000	0.2400
23	2.0464	1.3164	1.3364	0.8100	0.4200	0.7300	-0.1900	0.0	0.3400
24	2.0344	1.1148	1.2544	0.7900	0.5100	0.7800	-0.2000	-0.0800	0.4100
25	1.9444	1.2348	1.1944	0.8500	0.5000	0.8800	-0.1900	-0.0500	0.2900
26	2.1248	1.2748	1.1844	0.7100	0.4200	0.7800	-0.2200	-0.0300	0.3400
27	2.0564	1.1648	1.2348	0.8900	0.5700	0.8900	-0.3200	0.0	0.3400
28	2.0864	1.2744	1.2644	0.8700	0.5600	0.7900	-0.3500	-0.1100	0.4200
29	2.0264	1.1164	1.1944	0.8400	0.5700	0.7500	-0.4100	-0.1100	0.2500
30	2.0564	1.2548	1.1144	0.7600	0.5100	0.9600	-0.4500	-0.1900	0.1800
		1.2448	1.1748	0.9000	0.5700	0.8800	-0.2100	0.0	0.3400
								0.0900	0.3100

H = Leuchtdichte Papille
L = Leuchtdichte Vene
V7 = Kontrast Papille/Vene
V10 = Kontrast Fundus/Vene

J = Leuchtdichte Macula
V5 = Kontrast Papille/Macula
V8 = Kontrast Macula/Fundus

K = Leuchtdichte Fundus
V6 = Kontrast Papille/Fundus
V9 = Kontrast Macula/Vene

Tabelle 2

KLEIN: KONTRAST GANSAUGE AL 506 11/27/79 PAGE 1

FILE NONAME (CREATION DATE = 11/27/79)

CASE-N	H	J	K	L	V5	V6	V7	V8	V9	V10
1	0.6248	1.0348	1.2348	0.8348	-0.4100	-0.6100	-0.2100	-0.2000	0.2000	0.4000
2	0.6448	0.8348	1.0648	0.7848	-0.1800	-0.4200	-0.1400	-0.2300	0.0500	0.2800
3	0.6358	0.7448	1.0548	0.8148	-0.1090	-0.4190	-0.1790	-0.3100	-0.0700	0.2400
4	0.6348	0.9348	1.1348	0.7848	-0.3000	-0.5000	-0.1500	-0.2000	0.1500	0.3500
5	0.6338	0.9448	1.0848	0.7648	-0.3510	-0.4510	-0.1310	-0.1000	0.2200	0.4200
6	0.6428	0.8348	1.0248	0.8248	-0.1920	-0.3820	-0.1820	-0.1900	0.0100	0.2000
7	0.6328	1.0348	1.1148	0.8448	-0.4820	-0.4820	-0.2120	-0.0400	0.1900	0.2700
8	0.6278	0.8448	1.1248	0.8248	-0.2570	-0.4970	-0.1970	-0.2400	0.0600	0.3000
9	0.6398	0.7848	1.1348	0.7848	-0.1450	-0.4950	-0.1450	-0.3500	0.0	0.3500
10	0.6288	0.8348	1.1148	0.7948	-0.2060	-0.4860	-0.1660	-0.2400	0.0400	0.3200
11	0.6368	0.7848	1.0848	0.8148	-0.1480	-0.4480	-0.1780	-0.3000	-0.0300	0.2700
12	0.6398	0.9148	1.0648	0.8148	-0.2950	-0.4250	-0.1750	-0.1300	0.1200	0.2500
13	0.6348	0.8048	1.1048	0.8048	-0.1700	-0.4700	-0.1700	-0.3000	0.0	0.3000
14	0.6328	0.7648	1.0448	0.7848	-0.3320	-0.4120	-0.1520	-0.0800	0.1800	0.2600
15	0.6248	0.7348	1.0248	0.7748	-0.1100	-0.4000	-0.1500	-0.2900	-0.0400	0.2500
16	0.6338	0.7648	1.0348	0.8348	-0.1310	-0.4010	-0.2010	-0.2700	-0.0700	0.2000
17	0.6298	0.8848	1.0448	0.8248	-0.2550	-0.4150	-0.1950	-0.1600	0.0600	0.2700
18	0.6378	0.8648	1.0648	0.7848	-0.2270	-0.4270	-0.1470	-0.2000	0.0800	0.2800
19	0.6358	0.6848	1.0048	0.7748	-0.0470	-0.4590	-0.1590	-0.4100	-0.1100	0.3000
20	0.6248	0.8348	1.0348	0.7648	-0.2100	-0.4100	-0.1400	-0.2000	0.0700	0.2700
21	0.6348	0.7548	1.0848	0.7848	-0.3200	-0.4500	-0.1500	-0.1300	0.1700	0.3000
22	0.6278	0.8048	1.0648	0.7948	-0.1770	-0.4370	-0.1670	-0.2600	0.0100	0.2700
23	0.6278	0.7448	1.1048	0.8348	-0.1150	-0.4750	-0.2050	-0.3600	-0.0900	0.2700
24	0.6338	0.7148	1.0248	0.8248	-0.1010	-0.3910	-0.1910	-0.2900	-0.0900	0.2000
25	0.6428	0.9148	1.0548	0.8448	-0.2720	-0.4120	-0.2020	-0.1400	0.0700	0.2100
26	0.6388	0.8548	1.1148	0.8148	-0.2160	-0.4760	-0.1760	-0.2600	0.0400	0.3000
27	0.6358	0.8148	1.1248	0.8248	-0.1990	-0.4890	-0.1890	-0.2900	0.0100	0.3000
28	0.6338	0.7848	1.0848	0.9348	-0.1510	-0.4510	-0.2010	-0.3000	-0.0500	0.2500
29	0.6328	0.7648	1.0448	0.7848	-0.1320	-0.4120	-0.1520	-0.2800	-0.0200	0.2600
30	0.6298	0.8048	1.0148	0.8248	-0.2650	-0.3850	-0.1950	-0.1200	0.0700	0.1900

H = Leuchtdichte Papille J = Leuchtdichte Macula K = Leuchtdichte Fundus

L = Leuchtdichte Vene V5 = Kontrast Papille/Macula V6 = Kontrast Papille/Fundus

V7 = Kontrast Papille/Vene V8 = Kontrast Macula/Fundus V9 = Kontrast Macula/Vene

V10 = Kontrast Fundus/Vene

Tabelle 3

KLEIN: KONTRAST GANSAJER AL 558 11/27/79 PAGE 3

FILE NONAME (CREATION DATE = 11/27/79)

CASE-N	H	J	K	L	V5	V6	V7	V8	V9	V10
1	1.7348	0.9348	1.1848	0.8248	0.8000	0.5500	0.8100	-0.2500	0.0100	0.2600
2	1.6548	0.9848	1.0348	0.8548	0.6700	0.6200	0.8000	-0.0500	0.1300	0.1800
3	1.5348	0.9248	1.1948	0.8348	0.6100	0.3400	0.7000	-0.2700	0.0900	0.3600
4	1.7248	0.8348	1.1648	0.8248	0.8900	0.5600	0.9000	-0.3300	0.0100	0.3400
5	1.6248	0.9348	1.1548	0.8248	0.6900	0.4700	0.8000	-0.2200	0.1100	0.3300
6	1.5148	0.9848	1.0848	0.8648	0.5300	0.4300	0.6500	-0.1300	0.1200	0.2200
7	1.5248	0.9248	1.3548	0.8548	0.6000	0.4700	0.6700	-0.1300	0.0700	0.2000
8	1.5748	0.8848	1.0849	0.8648	0.7100	0.5100	0.7300	-0.2000	0.0200	0.2200
9	1.4848	0.9148	1.2148	0.8448	0.5700	0.2700	0.6400	-0.3000	0.0700	0.4700
10	1.6548	0.8748	1.1248	0.8048	0.7800	0.5300	0.7600	-0.2500	-0.0200	0.2300
11	1.7148	0.9348	1.3848	0.8648	0.7800	0.6300	0.8500	-0.1500	0.0700	0.2200
12	1.5648	0.8848	1.1048	0.8548	0.6800	0.4600	0.7100	-0.2200	0.0300	0.2500
13	1.5748	0.8648	1.0648	0.8048	0.7300	0.5300	0.7000	-0.2000	-0.0300	0.1700
14	1.7448	0.9048	1.1248	0.8648	0.8400	0.6200	0.8800	-0.2200	0.0400	0.2600
15	1.6448	0.8348	1.0948	0.8348	0.8100	0.5500	0.8100	-0.2600	0.0	0.2600
16	1.6848	0.8748	1.1448	0.8548	0.7900	0.5400	0.8100	-0.2500	0.0400	0.2900
17	1.6148	0.9148	1.3548	0.8348	0.7000	0.5600	0.7800	-0.1400	0.0800	0.2200
18	1.5848	0.8848	1.0848	0.8848	0.7000	0.5000	0.7000	-0.2000	0.0	0.2000
19	1.6548	0.9548	1.0848	0.8948	0.7000	0.5700	0.7600	-0.1300	0.0600	0.1900
20	1.6648	0.9248	1.0249	0.8848	0.7400	0.6400	0.7800	-0.1000	0.0400	0.1400
21	1.7248	0.8448	1.0548	0.8448	0.8800	0.6700	0.8800	-0.2100	0.0	0.2100
22	1.5948	0.9048	1.1348	0.8348	0.6900	0.4500	0.7600	-0.2300	0.0700	0.3000
23	1.5548	0.9148	1.1248	0.9048	0.6400	0.4300	0.6500	-0.2100	0.0100	0.2200
24	1.6448	0.8848	1.0648	0.8348	0.7600	0.5800	0.8100	-0.1800	0.0500	0.2300
25	1.7248	0.9248	1.1848	0.8748	0.8000	0.5400	0.9000	-0.2600	0.1000	0.3600
26	1.5748	0.8648	1.0548	0.8548	0.7100	0.5200	0.7200	-0.1900	0.0100	0.2000
27	1.6248	0.8948	1.0848	0.8648	0.7300	0.5400	0.7600	-0.1900	0.0300	0.2200
28	1.5448	0.8648	1.1648	0.8548	0.6800	0.3500	0.6900	-0.3000	0.0100	0.3100
29	1.6848	0.9248	1.0448	0.8848	0.7600	0.6400	0.8800	-0.1200	0.0400	0.1600
30	1.5848	0.8148	1.1148	0.8748	0.7500	0.4500	0.7100	-0.3000	-0.0400	0.2600

H = Leuchtdichte Papille J = Leuchtdichte Macula K = Leuchtdichte Fundus

L = Leuchtdichte Vene V5 = Kontrast Papille/Macula V6 = Kontrast Papille/Fundus

V7 = Kontrast Papille/Vene V8 = Kontrast Macula/Fundus V9 = Kontrast Macula/Vene

V10 = Kontrast Fundus/Vene

Tabelle 4

KLEINE KONTRAST GANSAUER AL 585 11/27/79 PAGE 1

FILE NONAME (CREATION DATE = 11/27/79)

CASE-N	H	J	K	L	V5	V6	V7	V8	V9	V10
1	1.9848	0.9848	1.3348	1.2248	1.0000	0.6500	0.7600	-0.3500	-0.2400	0.11
2	1.9348	1.0448	1.2348	1.1448	0.8900	0.7000	0.7900	-0.1900	-0.0600	0.0900
3	2.0448	1.0348	1.3548	1.2248	1.0100	0.6900	0.8200	-0.3200	-0.1900	0.1300
4	2.0148	1.1348	1.2848	1.2148	0.8800	0.7300	0.8000	-0.1500	-0.0800	0.0700
5	2.0148	1.0648	1.3648	1.2348	0.9500	0.6500	0.7800	-0.3000	-0.1700	0.1300
6	1.9148	1.1348	1.3248	1.2148	0.7800	0.5900	0.7000	-0.1900	-0.0400	0.1500
7	1.8848	1.1348	1.3448	1.1248	0.7400	0.5400	0.7600	-0.2100	0.0100	0.2200
8	2.0248	1.0248	1.3148	1.1348	1.0000	0.7100	0.8900	-0.2900	-0.1100	0.1800
9	1.9748	1.1648	1.3048	1.0848	0.8100	0.6700	0.8900	-0.1400	0.0800	0.2200
10	1.8848	1.2648	1.3248	1.2548	0.6200	0.5600	0.6300	-0.0600	0.0100	0.0700
11	1.9548	1.1448	1.2848	1.2148	0.8100	0.6700	0.7400	-0.1400	-0.0700	0.0700
12	1.8648	1.2148	1.2448	1.1248	0.6500	0.6200	0.7400	-0.0300	0.0900	0.1200
13	2.0148	1.0648	1.2748	1.0748	0.9500	0.7400	0.9400	-0.2100	-0.0100	0.2000
14	1.8448	1.1548	1.2648	1.1348	0.6900	0.5800	0.7100	-0.1100	0.0200	0.1300
15	1.9548	1.1148	1.3348	1.0948	0.8400	0.6200	0.8600	-0.2200	0.0200	0.2400
16	1.9248	1.2048	1.2448	1.0448	0.7200	0.6800	0.8800	-0.0400	0.1600	0.2000
17	1.9848	1.2248	1.2848	1.0648	0.7600	0.7000	0.9200	-0.0400	0.1600	0.2000
18	1.9348	1.1448	1.2948	1.0848	0.7900	0.6400	0.8500	-0.1500	0.0600	0.2100
19	1.9148	1.1848	1.3648	1.1548	0.7300	0.5500	0.7600	-0.1800	0.0100	0.2100
20	1.8348	1.0348	1.2648	1.0848	0.8000	0.5700	0.7500	-0.2300	-0.0500	0.1800
21	1.9048	1.1148	1.3248	1.1048	0.7900	0.5800	0.8000	-0.2100	0.0100	0.2200
22	1.9248	1.0648	1.2448	1.1148	0.8600	0.6800	0.8100	-0.1800	-0.0500	0.1300
23	1.8748	1.1548	1.3348	1.0548	0.7200	0.5400	0.8200	-0.1900	0.1000	0.2800
24	1.9048	1.0348	1.2748	1.0848	0.8100	0.6300	0.8200	-0.1900	0.0100	0.1900
25	1.8548	1.1648	1.3548	1.0648	0.6900	0.5000	0.7900	-0.1900	0.1000	0.2900
26	1.9148	1.2148	1.2948	1.0548	0.7900	0.6200	0.8600	-0.0800	0.1600	0.2400
27	1.8448	1.2548	1.3148	1.1448	0.5900	0.5300	0.7000	-0.0600	0.1100	0.1700
28	1.8848	1.1248	1.3248	1.1648	0.7600	0.5600	0.7200	-0.2000	-0.0400	0.1600
29	1.9348	1.1648	1.2648	1.1748	0.7700	0.6700	0.7600	-0.1000	-0.0100	0.0900
30	1.8948	1.2148	1.3448	1.0848	0.6800	0.5500	0.8100	-0.1300	0.1300	0.2600

H = Leuchtdichte Papille J = Leuchtdichte Macula K = Leuchtdichte Fundus

L = Leuchtdichte Vene V5 = Kontrast Papille/Macula V6 = Kontrast Papille/Fundus

V7 = Kontrast Papille/Vene V8 = Kontrast Macula/Fundus V9 = Kontrast Macula/Vene

V10 = Kontrast Fundus/Vene

KLEINE KONTRAST SAMSAUER AL 515 11/27/79 PAGE 1

FILE NONAME (CREATION DATE = 11/27/79)

CASE-#	H	J	K	L	V5	V6	V7	V8	V9	V10
1	2.1848	1.7848	1.9148	1.8148	0.4000	0.2700	0.3700	-0.1300	-0.0300	0.1000
2	2.1648	1.8348	1.8848	1.8048	0.3300	0.2800	0.1600	-0.0500	0.0300	0.0800
3	2.1248	1.8848	1.8648	1.7848	0.2400	0.2600	0.3400	0.0200	0.1000	0.0800
4	2.1948	1.9348	1.7848	1.7748	0.4600	0.4100	0.6200	-0.0500	0.1600	0.2100
5	2.0248	1.9848	1.9648	1.8848	0.6400	0.3600	0.1400	0.0200	0.1000	0.0800
6	2.1348	1.9848	1.8548	1.7248	0.1500	0.2800	0.4100	0.1300	0.2600	0.1300
7	2.0148	1.8048	1.9048	1.8348	0.2100	0.1100	0.1800	-0.1000	-0.0300	0.0700
8	2.0148	1.9248	1.9148	1.8448	0.0900	0.1000	0.1700	0.0100	0.0800	0.0700
9	2.1748	2.0148	1.8948	1.8648	0.1800	0.3000	0.3300	0.1200	0.1500	0.0300
10	2.2948	1.8948	1.9048	1.8248	0.3900	0.3800	0.4600	-0.0100	0.0700	0.0800
11	2.1548	1.9248	1.8548	1.7848	0.2300	0.3000	0.3700	0.0700	0.1400	0.0700
12	2.1848	1.9448	1.9248	1.8548	0.2400	0.2600	0.3300	0.0200	0.0900	0.0700
13	2.1648	1.8448	1.8848	1.8148	0.4200	0.2800	0.2700	-0.0400	-0.0500	-0.0100
14	2.2348	1.8548	1.9448	1.8348	0.3800	0.2700	0.4010	-0.0900	0.0200	0.1100
15	2.1948	1.7848	1.9748	1.8448	0.4100	0.2200	0.3500	-0.1700	-0.0600	0.1100
16	2.2448	1.7348	1.9648	1.8048	0.5100	0.2800	0.3400	-0.2300	-0.1700	0.0600
17	2.1748	1.8948	1.8248	1.8148	0.2800	0.3500	0.3600	0.0700	0.0800	0.0100
18	2.0648	1.8248	1.8848	1.9148	0.2400	0.1800	0.1500	-0.0600	-0.0900	-0.0300
19	2.2348	1.8848	1.8348	1.9248	0.3500	0.4000	0.3100	0.0500	-0.0400	-0.0900
20	2.1448	1.8348	1.7248	1.9648	0.3100	0.2400	0.2800	-0.0700	-0.0300	0.0400
21	2.0748	1.9348	1.9448	1.8848	0.1400	0.1300	0.1900	-0.0100	0.0500	0.0600
22	2.1648	1.8448	1.8348	1.8448	0.3200	0.3300	0.4200	0.0100	0.0	-0.0100
23	2.2148	1.8848	1.8948	1.7848	0.3100	0.3200	0.4300	-0.0100	0.1000	0.1100
24	2.0748	1.8948	1.8548	1.8948	0.1800	0.2200	0.1800	0.0400	0.0	-0.0400
25	2.1348	1.9448	1.8848	1.8348	0.1900	0.2500	0.3000	0.0600	0.1100	0.0500
26	2.2448	1.9248	1.9248	1.9148	0.4200	0.4200	0.3100	0.0	-0.0900	-0.0900
27	2.2248	1.9248	1.9148	1.8948	0.3000	0.3100	0.3400	0.0100	0.0400	0.0300
28	2.1548	1.9548	1.8448	1.8548	0.2000	0.3100	0.3000	0.1100	0.1000	-0.0100
29	2.0848	1.8448	1.9048	1.9248	0.2200	0.1600	0.1400	-0.0600	-0.0800	-0.0200
30	2.2548	1.7348	1.9348	1.8848	0.3200	0.3200	0.3700	0.0	0.0500	0.0500

H = Leuchtdichte Papille J = Leuchtdichte Macula K = Leuchtdichte Fundus

L = Leuchtdichte Vene V5 = Kontrast Papille/Macula V6 = Kontrast Papille/Fundus

V7 = Kontrast Papille/Vene V8 = Kontrast Macula/Fundus V9 = Kontrast Macula/Vene

V10 = Kontrast Fundus/Vene

Tabelle 6

KLEIN: KONTRAST GANSAUER 3200 K 3C VP 11/15/79 PAGE 3

FILE NONAME (CREATION DATE = 11/15/79)

CASE-N	H	J	K	L	V5	V6	V7	V8	V9	V10
1	2.234A	1.364A	1.834A	1.554A	0.8700	0.4000	0.6800	-0.4700	-0.1900	0.2800
2	1.914A	1.184A	1.534A	1.314A	0.7300	0.3800	0.6000	-0.3500	-0.1300	0.2200
3	1.824A	1.164A	1.474A	1.264A	0.6600	0.3500	0.5600	-0.3100	-0.1000	0.2100
4	2.034A	1.304A	1.734A	1.434A	0.7300	0.3000	0.6000	-0.4300	-0.1300	0.3000
5	2.254A	1.484A	1.934A	1.534A	0.7700	0.3200	0.7200	-0.4500	-0.0500	0.4000
6	2.084A	1.464A	1.884A	1.524A	0.6200	0.2000	0.5600	-0.4200	-0.0600	0.3600
7	2.024A	1.324A	1.784A	1.534A	0.7000	0.2400	0.4900	-0.4600	-0.2100	0.2500
8	2.244A	1.484A	1.884A	1.684A	0.7600	0.3600	0.5600	-0.4000	-0.2000	0.2000
9	2.184A	1.354A	1.824A	1.614A	0.8300	0.3600	0.5700	-0.4700	-0.2600	0.2100
10	2.184A	1.414A	1.834A	1.234A	0.8500	0.3500	0.9500	-0.5000	0.1000	0.6000
11	2.124A	1.384A	1.724A	1.624A	0.7400	0.4000	0.5000	-0.3400	-0.2400	0.1000
12	2.034A	1.434A	1.814A	1.534A	0.6000	0.2200	0.5000	-0.3800	-0.1000	0.2800
13	2.114A	1.384A	1.834A	1.634A	0.7300	0.2800	0.4800	-0.4500	-0.2500	0.2000
14	2.014A	1.084A	1.654A	1.334A	0.9300	0.3600	0.6800	-0.5700	-0.2500	0.3200
15	2.014A	1.434A	1.834A	1.634A	0.6000	0.2000	0.4000	-0.4000	-0.2000	0.2000
16	2.114A	1.494A	1.934A	1.684A	0.6500	0.2000	0.4500	-0.4500	-0.2000	0.2500
17	2.134A	1.264A	1.624A	1.284A	0.8700	0.5100	0.8500	-0.3600	-0.0200	0.3400
18	2.084A	1.534A	1.924A	1.434A	0.5500	0.1600	0.6500	-0.3900	0.1000	0.4900
19	2.094A	1.254A	1.484A	1.174A	0.8400	0.6100	0.9200	-0.2300	0.0800	0.3100
20	2.084A	1.134A	1.584A	1.134A	0.9500	0.5000	0.9500	-0.4500	0.0	0.4500
21	2.054A	1.164A	1.514A	1.264A	0.8900	0.5400	0.7900	-0.3500	-0.1000	0.2500
22	2.054A	1.254A	1.584A	1.134A	0.8000	0.4700	0.9200	-0.3300	0.1200	0.4500
23	2.154A	1.234A	1.754A	1.264A	0.9200	0.4000	0.8900	-0.5200	-0.0300	0.4900
24	1.974A	1.284A	1.744A	1.334A	0.6900	0.2300	0.6400	-0.4600	-0.0500	0.4100
25	2.064A	1.684A	1.984A	1.334A	0.3800	0.0800	0.7300	-0.3000	0.3500	0.6500
26	1.984A	0.734A	1.184A	1.034A	1.2500	0.8000	0.9500	-0.4500	-0.3000	0.1500
27	2.054A	1.324A	1.524A	1.214A	0.7300	0.5300	0.8200	-0.2000	0.0900	0.2900
28	2.034A	1.684A	1.934A	1.784A	0.3500	0.1000	0.2500	-0.2500	-0.1000	0.1500
29	2.014A	1.334A	1.634A	1.284A	0.6800	0.3800	0.7300	-0.3000	0.0500	0.3500
30	1.934A	1.284A	1.584A	1.254A	0.6500	0.3500	0.6800	-0.3000	0.0300	0.3300

H = Leuchtdichte Papille J = Leuchtdichte Macula K = Leuchtdichte Fundus

L = Leuchtdichte Vene V5 = Kontrast Papille/Macula V6 = Kontrast Papille/Fundus

V7 = Kontrast Papille/Vene V8 = Kontrast Macula/Fundus V9 = Kontrast Macula/Vene

V10 = Kontrast Fundus/Vene

Tabelle 7

KLEIN: KONTRAST GANSAUER AL 506 30 VP 11/15/79 PAGE 3

FILE NONAME (CREATION DATE = 11/15/79)

CASE-N	H	J	K	L	V5	V6	V7	V8	V9	V10
1	1.8348	0.8348	1.4848	1.0348	1.0000	0.3500	0.8000	-0.6500	-0.2000	0.4500
2	0.5948	0.5448	0.9348	0.7348	0.0500	-0.3400	-0.1400	-0.3900	-0.1900	0.2000
3	0.6148	0.7348	1.0348	0.7848	-0.1200	-0.4200	-0.1700	-0.3000	-0.0500	0.2500
4	1.6848	1.0348	1.3148	1.2348	0.6500	0.3700	0.4500	-0.2800	-0.2000	0.0800
5	1.9348	0.9548	1.5348	1.3348	0.9800	0.4000	0.6000	-0.5800	-0.3800	0.2000
6	1.5148	0.9248	1.2948	1.1848	0.5900	0.2200	0.3300	-0.3700	-0.2600	0.1100
7	1.4748	0.8248	1.2248	0.9148	0.6500	0.2500	0.5400	-0.4000	-0.1100	0.2900
8	2.0148	0.9348	1.6348	1.2448	1.1000	0.4000	0.7900	-0.7000	-0.3100	0.3900
9	2.0348	0.5648	1.3648	1.0348	1.4700	0.6700	1.0000	-0.8000	-0.4700	0.3300
10	1.6148	0.7948	1.1848	1.0248	0.8200	0.4300	0.5900	-0.3900	-0.2300	0.1600
11	1.4548	0.7348	1.2348	1.0548	0.7200	0.2200	0.4000	-0.5000	-0.3200	0.1800
12	1.5148	0.6548	1.3848	1.0548	0.8600	0.1300	0.4600	-0.7300	-0.4000	0.3300
13	1.7648	0.9248	1.4648	1.2148	0.8400	0.3000	0.5500	-0.5400	-0.2900	0.2500
14	1.5348	0.8348	1.2548	1.1348	0.7000	0.2800	0.4600	-0.4200	-0.3000	0.1200
15	1.3248	0.6548	1.1348	0.9348	0.6700	0.1700	0.3900	-0.4800	-0.2800	0.2000
16	1.9348	0.9348	1.5248	1.2148	1.0000	0.4100	0.7200	-0.5900	-0.2800	0.3100
17	0.6338	0.9848	1.0848	0.7648	-0.3510	-0.4510	-0.1310	-0.1000	0.2200	0.3200
18	1.7248	0.8948	1.4548	1.1548	0.8300	0.2700	0.5700	-0.5600	-0.2600	0.3000
19	0.6338	0.7148	1.0848	0.8348	-0.0810	-0.4510	-0.2010	-0.3700	-0.1200	0.2500
20	0.6328	0.8248	1.0448	0.7848	-0.1920	-0.4120	-0.1520	-0.2200	0.0400	0.2600
21	0.6298	0.8848	1.0148	0.8248	-0.2550	-0.3850	-0.1950	-0.1300	0.0600	0.1900
22	0.6358	0.7448	1.1248	0.8248	-0.1090	-0.4890	-0.1890	-0.3800	-0.0800	0.3000
23	0.6358	0.7448	1.0548	0.8148	-0.1090	-0.4190	-0.1790	-0.3100	-0.0700	0.2400
24	0.6348	0.9348	1.1348	0.7848	-0.3000	-0.5000	-0.1500	-0.2000	0.1500	0.3500
25	1.7648	0.8348	1.3548	1.0448	0.9300	0.4100	0.7200	-0.5200	-0.2100	0.3100
26	0.6298	0.5548	1.0548	0.8448	0.0750	-0.4250	-0.2150	-0.5000	-0.2900	0.2100
27	1.6848	0.9148	1.3248	1.1648	0.7700	0.3600	0.5200	-0.4100	-0.2500	0.1600
28	1.5548	0.7348	1.3248	1.1548	0.8200	0.2300	0.4000	-0.5900	-0.4200	0.1700
29	0.6248	1.0348	1.2348	0.8348	-0.4100	-0.6100	-0.2100	-0.2000	0.2000	0.4000
30	0.6448	0.8348	1.0648	0.7848	-0.1900	-0.4200	-0.1400	-0.2100	0.0500	0.2800

H = Leuchtdichte Papille J = Leuchtdichte Macula K = Leuchtdichte Fundus

L = Leuchtdichte Vene V5 = Kontrast Papille/Macula V6 = Kontrast Papille/Fundus

V7 = Kontrast Papille/Vene V8 = Kontrast Macula/Fundus V9 = Kontrast Macula/Vene

V10 = Kontrast Fundus/Vene

Tabelle 8

KLEIN: KONTRAST GAMSAUER AL 558 30 VP 11/15/79 PAGE 1

FILE NONAME (CREATION DATE = 11/15/79)

CASE-N	H	J	K	L	V5	V6	V7	V8	V9	V10
1	1.9348	0.9348	1.9348	1.1848	1.0000	0.4000	0.7500	-0.6000	-0.2500	0.3500
2	1.5348	0.7348	1.2248	0.9348	0.8000	0.3100	0.6800	-0.2900	0.0800	0.3700
3	1.5148	0.7248	1.1648	0.8348	0.8100	0.3700	0.7000	-0.4400	-0.1100	0.3300
4	1.8148	1.4548	1.3348	1.2248	0.9000	0.4100	0.6100	0.1200	0.2300	0.1100
5	1.8148	1.2648	1.3048	1.2248	0.9500	0.4200	0.5800	-0.1300	0.0300	0.1100
6	1.8248	1.0648	1.4848	1.2348	0.7800	0.3400	0.5900	-0.4400	-0.1900	0.1600
7	1.5348	0.9848	1.2548	1.2348	1.1000	0.5600	0.8700	-0.5400	-0.1500	0.2500
8	2.1248	1.0248	1.5648	1.1348	0.4500	0.2800	0.4000	-0.2700	-0.1500	0.1200
9	1.9148	0.7448	1.4148	1.0348	0.9700	0.5000	0.8600	-0.4700	-0.2300	0.3100
10	1.5848	0.9348	1.1648	0.7248	0.6500	0.4200	0.6600	-0.2300	-0.0100	0.3600
11	1.5848	0.7148	1.2548	0.7648	0.8700	0.3300	0.6200	-0.5400	-0.2500	0.2400
12	1.7348	0.8348	1.3348	1.1648	0.9000	0.4000	0.5700	-0.5000	-0.2500	0.2500
13	1.8148	0.9148	1.3848	1.1648	0.8800	0.4100	0.6500	-0.4500	-0.2300	0.1700
14	1.4548	0.8248	1.1648	1.0248	0.6300	0.2900	0.4300	-0.3400	-0.2700	0.2200
15	1.7348	0.9248	1.4048	1.1848	0.8100	0.2500	0.5500	-0.5400	-0.2600	0.1400
16	1.8848	0.9248	1.4348	1.2348	0.9600	0.3500	0.6500	-0.6100	-0.3100	0.1000
17	1.7148	0.9348	1.1848	1.0248	0.8000	0.5500	0.8100	-0.2500	-0.0100	0.2600
18	1.7348	0.8348	1.3348	1.0148	0.9000	0.4000	0.7200	-0.5000	-0.1800	0.3200
19	1.5448	0.8648	1.1848	0.8548	0.8400	0.3800	0.6900	-0.3000	-0.0100	0.3100
20	1.6848	0.9248	1.2048	0.8848	0.7600	0.6400	0.8000	-0.1200	0.0400	0.1600
21	1.5948	0.8148	1.0448	0.8848	0.7600	0.4500	0.7100	-0.3000	-0.0400	0.2600
22	1.6248	0.8948	1.1348	0.8748	0.7500	0.5400	0.7600	-0.1900	-0.0400	0.2200
23	1.5348	0.9248	1.0848	0.8848	0.7300	0.3400	0.7000	-0.2700	0.0300	0.2200
24	1.6548	0.9848	1.1948	0.8348	0.6100	0.6200	0.8000	-0.6500	0.0900	0.3600
25	1.7848	0.8748	1.0348	0.8548	0.6700	0.3900	0.7500	-0.5200	-0.1300	0.1800
26	1.5348	0.8648	1.3948	1.0348	0.9100	0.5000	0.6900	-0.5400	-0.1600	0.3600
27	1.6448	0.8748	1.0148	0.8448	0.8500	0.2200	0.4100	-0.2500	-0.1600	0.1900
28	1.5248	0.7648	1.4248	1.2348	0.6800	0.1700	0.4900	-0.4700	-0.2700	0.1900
29	1.6248	0.9348	1.3548	1.0348	0.8900	0.2900	0.4000	-0.4700	-0.4000	0.3200
30	1.7248	0.8348	1.1348	1.2248	0.6900	0.5600	0.9000	-0.3300	0.0100	0.3400

H = Leuchtdichte Papille J = Leuchtdichte Macula K = Leuchtdichte Fundus

L = Leuchtdichte Vene V5 = Kontrast Papille/Macula V6 = Kontrast Papille/Fundus

V7 = Kontrast Papille/Vene V8 = Kontrast Macula/Fundus V9 = Kontrast Macula/Vene

V10 = Kontrast Fundus/Vene

Tabelle 9

KLEIN: KONTRAST GANSAUER AL 585 30 VP 11/15/79 PAGE 3

FILE NONAME (CREATION DATE = 11/15/79)

CASE-N	H	J	K	L	V5	V6	V7	V8	V9	V10
1	2.0848	1.1148	1.5648	1.3148	0.9500	0.5200	0.7700	-0.4300	-0.1800	0.2500
2	1.8348	1.1148	1.5148	1.1848	0.7200	0.3200	0.6500	-0.4000	-0.0700	0.3300
3	1.6548	0.9848	1.3548	1.1348	0.6700	0.3000	0.5200	-0.3700	-0.1500	0.2200
4	1.9848	1.1548	1.6648	1.3648	0.8300	0.3000	0.6200	-0.5300	-0.2100	0.3200
5	2.1148	1.1848	1.7848	1.4848	0.9500	0.4500	0.6500	-0.6300	-0.3000	0.3000
6	1.9348	1.1648	1.6348	1.3448	0.7700	0.3000	0.5900	-0.4700	-0.1800	0.2900
7	1.8148	1.2048	1.6148	1.2848	0.6300	0.2200	0.5500	-0.4100	-0.0800	0.3300
8	2.3348	0.6248	1.7348	1.6348	1.7100	0.6000	0.7000	-1.1100	-1.0100	0.1000
9	2.1148	1.0348	1.7348	1.4248	1.0800	0.3800	0.6900	-0.7000	-0.3900	0.3100
10	2.0848	0.9148	1.4548	1.1548	1.1500	0.6300	0.9300	-0.5200	-0.2200	0.3000
11	2.0348	1.0548	1.5348	1.3348	0.9800	0.5000	0.7000	-0.4800	-0.2600	0.2200
12	2.0648	1.1048	1.7348	1.4548	0.8800	0.3300	0.6100	-0.5500	-0.2700	0.2800
13	1.9848	1.3148	1.8348	1.5648	0.6700	0.1500	0.4200	-0.5200	-0.2500	0.2700
14	1.6848	1.0848	1.3848	1.2348	0.6000	0.3000	0.4500	-0.3000	-0.1500	0.1500
15	2.0848	1.3548	1.6848	1.4348	0.7300	0.4000	0.6500	-0.3300	-0.0800	0.2500
16	2.1148	1.2148	1.7848	1.4248	0.8800	0.3300	0.6900	-0.5500	-0.1900	0.3600
17	2.0148	1.0648	1.3648	1.2348	0.9500	0.6500	0.7800	-0.3000	-0.1700	0.1300
18	1.9848	1.0248	1.6148	1.2648	0.9600	0.3700	0.7200	-0.5900	-0.2400	0.3500
19	1.8848	1.1248	1.3248	1.1648	0.7600	0.5600	0.7200	-0.2000	-0.0400	0.1600
20	1.9348	1.1648	1.2648	1.1748	0.7700	0.6700	0.7600	-0.1000	-0.0100	0.0900
21	1.8948	1.2148	1.3448	1.0848	0.6800	0.5500	0.8100	-0.1300	-0.1200	0.2600
22	1.8448	1.2548	1.3148	1.1448	0.5900	0.5300	0.7000	-0.0600	-0.1100	0.1700
23	2.0448	1.0348	1.3548	1.2248	1.0100	0.6900	0.8200	-0.3200	-0.1900	0.1300
24	2.0248	1.0648	1.3648	1.2248	0.9600	0.6600	0.8000	-0.3000	-0.1600	0.1400
25	2.0148	0.9848	1.2848	1.1648	1.0500	0.6200	0.6500	-0.4300	-0.2600	0.1700
26	1.6348	0.7848	1.2548	1.0448	0.8500	0.3800	0.5900	-0.4700	-0.4000	0.4900
27	1.9348	1.1348	1.4848	1.1848	0.6000	0.4500	0.7500	-0.1500	-0.2600	0.2100
28	1.9348	1.0348	1.5648	1.4148	0.9000	0.3700	0.5200	-0.5300	-0.1900	0.3400
29	1.9848	0.9848	1.3148	1.2248	1.0500	0.6900	0.7600	-0.3500	-0.2400	0.1100
30	1.9348	1.0848	1.2148	1.2248	0.8500	0.7000	0.7100	-0.1500	-0.1400	0.0100

H = Leuchtdichte Papille
L = Leuchtdichte Vene
V7 = Kontrast Papille/Vene
V10 = Kontrast Fundus/Vene

J = Leuchtdichte Macula
V5 = Kontrast Papille/Macula
V8 = Kontrast Macula/Fundus

K = Leuchtdichte Fundus
V6 = Kontrast Papille/Fundus
V9 = Kontrast Macula/Vene

Tabelle 10

KLEIN: KONTRAST GANSAUER AL 6?0 3C VP 11/15/79 PAGE 1

FILE NONAME (CREATION DATE = 11/15/79)

CASE-N	H	J	K	L	V5	V6	V7	V8	V9	V10
1	2.1648	1.5548	1.8148	1.5148	0.6100	0.3500	0.6300	-0.2600	0.0700	0.2900
2	1.0734	1.4748	1.6348	1.4948	0.4400	0.3000	0.4500	-0.1400	0.0100	0.1500
3	2.0548	1.6248	1.8148	1.5148	0.4300	0.2200	0.5200	-0.2100	0.0900	0.3600
4	2.4648	1.6848	2.0548	1.8648	0.7800	0.4100	0.6000	-0.3700	-0.1800	0.1900
5	2.4348	1.6148	2.1348	1.7648	0.8000	0.3000	0.6700	-0.5000	-0.1300	0.3700
6	2.2548	1.8348	2.0348	1.9848	0.6200	0.2200	0.3700	-0.2000	-0.0500	0.1500
7	2.0748	1.5148	1.9348	1.7848	0.5400	0.1400	0.2900	-0.4000	-0.2500	0.1500
8	2.5348	1.9248	2.1548	2.0348	0.6100	0.3800	0.5000	-0.2300	-0.1100	0.1200
9	2.3548	1.4048	1.9348	1.7448	0.9500	0.4200	0.6100	-0.5300	-0.3400	0.1900
10	2.4348	1.7348	2.0348	1.8848	0.7000	0.4000	0.7500	-0.3000	0.0500	0.3500
11	2.2848	1.6348	1.8848	1.7248	0.6500	0.4000	0.5600	-0.2500	-0.0900	0.1600
12	2.2548	1.6348	2.0348	1.9248	0.6200	0.2200	0.3300	-0.4000	-0.2900	0.1100
13	2.2848	0.6598	0.6868	0.6748	1.6250	1.5980	1.6100	-0.0270	-0.0150	0.0120
14	2.1148	1.4648	1.8848	1.7148	0.6700	0.7500	0.4000	-0.4200	-0.2700	0.1500
15	2.1648	1.6848	2.0348	1.9348	0.4800	0.1300	0.2300	-0.3500	-0.2500	0.1000
16	2.3548	1.8848	2.1648	2.0948	0.4700	0.1900	0.2600	-0.2800	-0.2100	0.0700
17	2.1648	1.8348	1.8848	1.8048	0.3300	0.2800	0.3600	-0.0500	0.0300	0.0800
18	2.1848	1.7348	2.0348	1.9348	0.4500	0.1500	0.2500	-0.3000	-0.2600	0.1000
19	2.1548	1.9548	1.8448	1.8548	0.2000	0.3100	0.3000	0.1100	0.1000	-0.0100
20	2.0648	1.8448	1.9048	1.9248	0.2200	0.1600	0.1400	-0.0600	-0.0400	-0.0200
21	2.2548	1.9348	1.9348	1.8848	0.3200	0.3200	0.3700	0.0	0.0500	0.0500
22	2.2248	1.9248	1.9148	1.8848	0.3000	0.3100	0.3400	0.0100	0.0400	0.0300
23	2.0948	1.9348	1.9848	1.7748	0.1600	0.1100	0.3200	-0.0500	0.1600	0.2100
24	2.1248	1.8848	1.8648	1.7848	0.2400	0.2600	0.3400	0.0200	0.1000	0.0800
25	2.3848	1.6348	1.5548	2.0348	0.7500	0.8300	0.3500	0.6800	-0.4000	-0.4800
26	2.1548	1.8848	1.6348	1.4348	0.9700	0.5200	0.7200	-0.4500	-0.2500	0.2000
27	2.1348	1.3348	1.6548	1.3948	0.8000	0.4800	0.7400	-0.3200	-0.0600	0.2600
28	2.3448	1.6348	2.2348	2.0248	0.7100	0.1100	0.3200	-0.6000	-0.3900	0.2100
29	2.1848	1.7848	1.9148	1.8148	0.4000	0.2700	0.3700	-0.1300	-0.0300	0.1000
30	2.2148	1.8548	1.9448	1.8348	0.3900	0.2900	0.4000	-0.0900	0.0700	0.1600

H = Leuchtdichte Papille J = Leuchtdichte Macula K = Leuchtdichte Fundus

L = Leuchtdichte Vene V5 = Kontrast Papille/Macula V6 = Kontrast Papille/Fundus

V7 = Kontrast Papille/Vene V8 = Kontrast Macula/Fundus V9 = Kontrast Macula/Vene

V10 = Kontrast Fundus/Vene

7. Literatur

Affolter, A.: Ophthalmoskopische Untersuchungen im rotfreien Licht. Graefes Arch.Ophthal. 94, S.1 (1917)

Almaric, P.: Clinical interest of the comparison between fluorescein angriography and monochromatic lights. Mod.Probl.Ophthal. 9, S.28 (1971)

Ballantyne, A.J.: Modern methods in ophthalmoscopy. Trans.Ophth.Soc.U.K. 77, S.273 (1937)

Baurmann, M.: Spektroskopische Untersuchungen des Augenhintergrundes. Graefes Arch.Ophth. 126, S. 538 (1931)

Behrendt, Th.: Spectral reflectance photography. in: Vitreous surgery and advances in fundus diagnosis and treatment. (1977) Appleton, New York.

Behrendt, Th. und Duane, T.D.: Investigation of fundus oculi with special reflectance photography. Arch.Ophthal.75, S.375 (1966)

Behrendt, Th. und Wilson, L.A.: Spectral reflectance photography of the retina. Am.J.Ophth. 59, S.1079(1965)

van Beuningen, E.G.A.: Spektralfarbenaugenspiegel. Klin.Mbl.Augenhk. 139, S.291 (1961)

Bezold, W. und Engelhardt, G.: Über die Fluoreszens der lebenden Netzhaut.
Münch.Akad.Sitzungsbereicht Math. phys.Kl. 7, S. 226 (1877)

Boll, F.: Zur Anatomie und Physiologie der Retina.
Arch.Anat. und Physiol. 4, S.35 (1877)

Brindley, G.S. und Willmer, E.N.: The reflexion of light from the macula and peripheral fundus oculi in man.
J.Physiol. 116, S. 350 (1952)

Campbell, F.W. und Rushton, W.A.H.: Measurments of the scotopic pigment in the living human eye.
J.Physiol. 130, S.131 (1955)

Cantonnet, A.: Lampe pour l'ophthalmoscopie à la lumière verte.
Clinc.Ophth. 24, S. 534 (1920)

Delori, F.C. und Gragoudas, E.D.: Examination of the ocular fundus with monochromatic light.
Annals of Ophthal. 8, S. 703 (1976)

Delori, F.C., Gragoudas, E.S., Francisco, R. and Pruett, R.: Monochromatic ophthalmoscopy and fundus photography.
Arch.Ophthal. 95, S. 86 (1977)

Delori, F.C. und Pomerantzeff, O.: Monochromatic light for treatment and diagnosis: Physical principles.
in: Vitreous surgery and advances in fundus diagnosis and treatment. (1977) Appleton, New York

Dobson, M.: Examination of the fundus oculi light of limited spectral range.
Amer.J.Ophthal. 11, S. 431 (1928)

Ducrey, N.M., Delori, F.C. and Gragoudas, E.S.: Monochromatic Ophthalmoscopy and fundus photography.
Arch.Ophthal.97, S. 288 (1979)

Eidenbenz, Ch.: Die Macula lutea und ihre Umgebung im Lichte bisher empfohlener Methoden der rotfreien Ophthalmoskopie.
Klin.Mbl.Augenhk. 89, S.433 (1932)

Eidenbenz, Ch.: "Rotfreies" oder "grünes" Licht?
Klin.Mbl.Augenhk. 89, S.445 (1932)

Francescetti, A. und Müller, H.K.: Zur Technik des Rotfreispiegelns.
Klin.Mbl.Augenhk. 85, S. 95 (1930)

Friedenwald, J.: A new ophthalmoscope.
Bull. of the J.Hopkins Hospital 40, S. 201 (1927)

Friedenwald, J.: A critical study of the modern ophthalmoscope.
Trans.Am.Ophth.Soc.26, S.381 (1928)

Gragoudas, E.S., Delori, F.C. and Pruett, R.C.: Examination of the macula in monochromatic light. in: Vitreous surgery and advances in fundus diagnosis and treatment. (1977) Appleton, New York

Green, A. und Green, L.: Ophthalmoscopy by red free light. Amer.J.Ophthal.6, S.121 (1923)

Grosz, J.: Augenspiegeln im gelben Licht. Klin.Mbl.Augenhk. 101, S.588 (1938)

Haase-Krips, I., Müller, O., Straub, W. und Weder, W.: Farbuntersuchungen am Augenhintergrund. Graefes Arch.Ophthal. 192, S.259 (1974)

Hartinger, H.: Vergleichende Betrachtung verschiedener Lichtquellen für das Rotfreispiegeln. Z.ophth.Optik 23, S.33 (1935)

Heine. L.: Über die Ophthalmoslpie im weißen und farbigen Licht. Graefes Arch.Ophthal.97, S.271 (1918)

von Helmholtz, H.: Beschreibung eines Augenspiegels zur Untersuchung der Netzhaut im lebenden Auge. (1851) Berlin

Heydenreich, A.: Untersuchungsmethoden. in: K.Velhagen: Der Augenarzt. Band 1, S.203(1970), VEB Georg Thieme, Leipzig

Jäger, W.: Augenspiegel mit Interferenzverlauffilter zur Untersuchung des Augenhintergrundes im spektralen Licht. Ber.Dtsch.Ophthalm.Ges.61, S.245 (1957)

Jäger, W. und Käfer, O.: Erkennung, Klassifikation und Differentialdiganose der heridodegenerativen Erkrankungen des Augenhintergrundes durch Chromatoophthalmoskopie. Klin.Mbl.Augenhk.175, S.148 (1979)

Kleefeld, M.G.: Exploration photographique du segment antérieur de l'oeil au moyen des rayons infra-rouges. Bull.Soc.Fr.Opht.48, S.79 (1935)

Kleefeld, M.G.: Examen objectiv de l'oeil au moyen de la lumière monochromatique jaune (Lampes au sodium). Bull.Soc.belge Ophth.72, S.24 (1936)

Kornerup, T.: Investigation in variable monochromatic light of the outer vessels of the eye. Acta Ophthal. 24, S.423 (1946)

Kornerup, T.: An investigation in successively variable monochromatic light of vessels of the human eye in diseased conditions. Acta Ophthal. 28, S.1 (1947)

Kornerup, T.: En behandig apparat for ogonundersokning in monokromatiskt Ljus.
Nord.Med.48, S.1595 (1952)

Kornerup, T.: Examination of the outer vessels the eye with interference filter monochromator.
Acta Ophthal. 32, S.575 (1954)

Kornerup, T.: The clinical significance of the determination of the LK-value with special reference to perforating eye injuries.
Acta Ophthal.35, S.292 (1958)

Krämer, R.: Eine leichtbewegliche Lampe zur Untersuchung im rotfreien Licht.
Zbl.Ophthal. 10, S.175 (1922)

Kugelberg, I.: Photographische Abbildungen der Farben des Augenhintergrundes.
Acta ophthal.10, S.321 (1932)

Kugelberg, I.: Der Augenhintergrund in infrarotem Licht.
Acta ophthal.12, S.179 (1934)

Lauber, H.: Ein Lichtfilter zur Untersuchung im rotfreien Licht.
Klin.Mbl.Augenhk.68, S.226 (1922)

Lauber, H.: Lichtquellen zur Augenspiegeluntersuchung im rotfreien Licht.
Z.Augenheilk.69, S.92 (1929)

Metzger, E.: Eine einfache Einrichtung zum Augenspiegeln im rotfreien Licht. Klin.Mbl.Augenhk.69, S.838 (1922)

Müller, H.K. und Francescetti, A.: Die Beeinflussung der Beleuchtungsintensität des Augenhintergrundes durch verschiedene Rotfreifilter und ihre Bedeutung für die Ophthalmoskopie im rotfreien Lichte. Klin.Mbl.Augenhk. 90, S.633 (1933)

Neuschüler, A.: L'ophthalmochromoscope. Bull.Soc.ophthal.Fr.16, S.499 (1898)

Potts, A.M.: Monochromatic ophthalmoscopy. Trans.Am.Opht.Soc.101, S.276 (1965)

Potts, A.M., West, S.S. und Shearer, J.R.: Application of television ophthalmoscope to some problems of clinical ophthalmoscopy. Arch.Ophthalm.62, S.165/385 (1959)

Sautter, H. und Rassow, B.: Ophthalmoskopie. in: Straub: Die ophthalmoskopischen Untersuchungsmethoden, Band 1, S.258 (1970) Ferdinand Enke Verlag Stuttgart.

Serr, H.: Das monochromatische Licht der Natriumdampflampe als Lichtquelle für Augenspiegeluntersuchungen. Graefes Arch.Ophthal.137, S.636 (1937)

Stodtmeister, R., Hunold, W. und Kroll, P.: Die Leuchtdichte des Augenhintergrundes bei der direkten und indirekten Ophthalmoskopie. Ber.Dtsch.Ophthal.Ges.74, S.564 (1977)

Sundmark, E.: Über Ophthalmoskopie im Spektrallicht. Zeitfragen der Augenheilk.Hrsg. v.Hoffmann-Löhlein S.209, (1954), VEB Georg Thieme, Leipzig

Vodovozov, A.: Ophthalmochromoscopy: a sophisticated method of investigating the fundus with spectral light. in: Vitreous surgery and advances in fundus diagnosis and treatment. (1977) Appleton, New York

Vodovozov, A.: Ophthalmochromoskopie. in: K.Velhagen: Der Augenarzt, Band 5, S.205 (1978), VEB Georg Thieme, Leipzig

Vogt, A.: Herstellung eines gelbblauen Lichtfiltrates, in welchem die Macula centralis in vivo in gelber Färbung erscheint, die Nervenfasern der Netzhaut und andere feine Einzelheiten derselben sichtbar werden, und der Grad der Gelbfärbung der Linse ophthalmoskopisch nachweisbar ist.
Graefes Arch.Ophth.84, S.293 (1913)

Vogt, A.: Der Augenhintergrund im rotfreien Licht.
Klin.Mbl.Augenhk.58, S.587 (1917)

Vogt, A.: Zur Technik der Ophthalmoskopie im rotfreien Licht.
Graefes Arch.Opht.99, S.195 (1919)

Vogt, A.: Die Ophthalmoskopie im rotfreien Licht.
in: Graefe-Saemisch, Handbuch der Augenheilkunde, Band 3, S.1 (1925)

Weale, R.A.: Vision and fundus reflectometry: A review.
Photochem.Photobiol.4, S.67 (1965)

Weder, W.: Probleme bei der Farbkoordinatenbestimmung nach dem visuellen Gleichheitsverfahren am Augenhintergrund.
Graefes Arch.Ophthal.199, S.231 (1976)

Herrn Priv.Doz.Dr.R.Stodtmeister danke ich für die Überlassung des Themas, für sein stets freundliches Entgegenkommen und seinem ständigen Rat und Hilfe bei der Abfassung der Arbeit.

Mein Dank gilt auch Herrn Prof.Dr.E.Dodt, W.G.Kerckhoff-Institut der Max-Planck-Gesellschaft, Bad Nauheim, für die freundliche Überlassung der Filter.

Ebenfalls bedanken möchte ich mich bei Herrn Prof.Dr. G.Oberhoffer sowie Herrn Dr.M.P.Baur, Institut für Medizinische Dokumentation und Statistik der Universität Bonn, für ihre Hilfe bei der Auswertung und statistischen Aufarbeitung der Messdaten.

Schließlich habe ich auch Herrn Schmitz, Augenklinik Bonn, für die ausgezeichnete Anfertigung der Apparatur sowie Herrn Klein, Augenklinik Bonn, für seine Hilfe bei der Erstellung der Grafiken zu danken.

Lebenslauf

Am 10.3.1946 wurde ich als Sohn des Juweliers Gustav Gansauer und dessen Ehefrau Anna Maria, geb. Leyendecker in Köln geboren.

Von Ostern 1952 bis Ostern 1956 besuchte ich die Volksschule in Altenkirchen (Ww), anschließend das dortige Städt.Gymnasium. Das Zeugnis der Reife erhielt ich im März 1966 am Gymnasium des Knabeninstitutes Wilhelmsdorf.

Nach dem Studium der Biologie und Pädagogik an der Universität Bonn und der Gesamthochschule Siegen begann ich im Wintersemester 1967/68 das Medizinstudium an der Universität Bonn. Dort bestand ich nach naturwissenschaftlicher und ärztlicher Vorprüfung im Februar 1974 das Medizinische Staatsexamen.

Nach meiner Medizinalassistentenzeit und erfolgter Approbation durch den Regierungspräsidenten Köln im Jahre 1975 war ich eineinhalb Jahre als chirurgischer Assistenzarzt am Kreiskrankenhaus Hachenburg tätig. Im Juli 1976 begann ich mit der Weiterbildung zum Augenarzt an der Universitäts-Augenklinik Bonn. Die Facharztprüfung bestand ich am 18.12.1979 vor der Prüfungskomission der Ärztekammer Nordrhein in Düsseldorf.

Druck: Paul Zimnoch + Söhne KG, Zur Degensmühle 5, 5305 Impekoven b. Bonn